وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل

تربية وتحسين الدواجن

تأليف

طلال حميد حسين
نائل محمد علي

تم عمل الكتاب الالكتروني من قبل الضنكي
Drzydaldhanki@gmail.com

حقوق الطبع ⓒ محفوظة (١٤١١ هـ - ١٩٩٠)
لدار الحكمة للطباعة والنشر
الموصل

لايجوز تصوير أو نقل او اعادة مادة الكتاب
وبأي شكل من الاشكال الا بعد موافقة الناشر

نشر وطبع وتوزيع
دار الحكمة للطباعة والنشر - الموصل
شارع ابن الاثير - الموصل
الجمهورية العراقية
هاتف ٧٦٣٢٣١
٧٦٣٢٣٥
تلكس ٨٠٩٢

المحتويات

المقدمة

يعد إنتاج الدواجن أحد أهم الفروع الزراعية في القطر وأهم مصدراً من مصادر الغذاء للانسان. لقد تحولت تربية الدواجن في الآونة الاخيرة من مستوى التربية المتأخرة والمعتمدة على المزارع الصغيرة للفلاحين والتربية المنزلية الى مستوى التربية الكثيفة والمشاريع الكبيرة المتخصصة في إنتاج دجاج اللحم ودجاج البيض وقد ازداد عدد المشتغلين في صناعة الدواجن زيادة ملحوظة خلال العشر سنوات الاخيرة وأظهرت حقول الدواجن المتخصصة كفاءة إقتصادية عالية بالاعتماد على الكثير من الاسس العلمية مما حقق ربحاً جيداً لأصحاب المشاريع والحقول المتخصصة بإنتاج اللحم وإنتاج البيض وان التقدم الملموس في صناعة الدواجن أعطى الرغبة الجادة والأكيدة لخريجي كليات الزراعة وغيرهم بامتهان هذه المهنة. وبما ان لعمليات التربية والتحسين أهمية جادة في زيادة معدل إنتاجية القطيع وتطوير السلالات وتحسينها وفق برامج وراثية دقيقة عن طريق الانتخاب وأنظمة التزاوج المختلفة للحصول على هجن تجارية متفوقة الاداء الانتاجي ، فقد وجه هذا الكتاب لاغناء طلبة قسم الانتاج الحيواني في كليات الزراعة بعرض موجز لمبادئ علم الوراثة والاحصاء وتكاثر الدواجن. وكذلك إستعراض بعض الصفات الوراثية التي تتأثر بعدد قليل من الجينات ودراسة أسباب التشوهات المورفولوجية والحالات غير الطبيعية. كذلك خصصت بعض الفصول لدراسة مبادئ الوراثة الكمية ومعالجة أسباب التباين في الاداء الانتاجي لافراد القطيع. وقد تم التركيز في الفصول الاخيرة على دراسة بعض المعالم الوراثية وكيفية تقديرها والتي تشكل ركناً أساسياً في خطط التربية والتحسين وتقيم الافراد وراثياً. والفصول الاخيرة تعالج أهم طرق التحسين الوراثي للصفات ذات الاهتمام وما يرافقها من اتجاهات حديثة في هذا المجال.

وأخيراً نرجو أن يكون جهدنا المتواضع في إعداد هذا الكتاب مساهمة بسيطة في إغناء المكتبة العراقية في مجال علوم الدواجن وخدمة لبلدنا العزيز.

الفصل الاول

أصل وتصنيف الدواجن

Origin and classification of the fowl

أولاً : أصل الدجاج :

مما أكّده علماء الطبيعة والتطور أن الموطن الاصلي لاجداد الدجاج الحالي بأنواعه المختلفة هو وسط وجنوب الهند ، المنطقة المحيطة بجبال همالايا ، سيلان ، بورما وسومطرة .
ان الدجاج الاليف الحالي يعود الى الجنس Gallus الذي يتميز بامتلاكه لمنقار قوي متكيف لالتقاط المواد الغذائية والبحث عنها ، وجود واحد أو أثنين من الداليات Wattles ، العرف الواضح وريش الذيل الطويل المسمى rectrices والذي يتألف من ١٤ – ١٦ ريشة .

ان الجنس Gallus يشتمل على أربعة أنواع Species من الدجاج البري هي دجاج الغاب الاحمر، دجاج غابات سيلان ، دجاج الغاب الرمادي ودجاج غابات جاوة . وفيما يلي شرح موجز لكل من هذه الانواع البرية .

١ – دجاج الغاب الاحمر: Gallus banikava يعتقد أن هذا النوع المنتشر في مناطق شرقي الهند ، بورما ، الصين وسومطرة هو الجد الاصلي للدجاج الحالي . وهذا النوع من الطيور البرية صغيرة الحجم حيث يتراوح وزن الافراد البالغة فيه من ٦٠٠ – ٨٠٠ غم وتضع إناثه حوالي ١٦ بيضة سنوياً . عند مقارنة الشكل العام للجسم لهذه الطيور البرية مع بعض أنواع الدجاج الحالي يلاحظ التشابه الكبير بينه وبين دجاج الليكهورن البني ودجاج المهارشة الاحمر Red games .

٢ – دجاج غابات سيلان Gallus lafayetii : ان هذا النوع من الدجاج البري يشبه بصورة عامة دجاج الغاب الاحمر حيث فيه لون الريش أحمر، العرف المفرد والمحتوي على بقعة صفراء، الداليتان زوجية وريش الذيل يتألف من ١٤ ريشة.

٣ – دجاج الغاب الرمادي Gallus sonneratii : يتواجد هذا النوع من الدجاج البري في مناطق الجنوب الغربي للهند الممتدة بين بومبي ومادراس. بخلاف الانواع السابقة فان دجاج الغاب الرمادي فيه لون الريش فضياً كنتيجة لفعل جين سائد يرمز له S. وعند وجود حالات مصاحبة للون الفضي كالريش المرقط أو وجود خطوط من لون مغاير للون الفضي، أو ألوان أخرى مع اللون الفضي فان المظهر العام لهذا النوع من الدجاج يغلب عليه اللون الرمادي.

ان الانواع الثلاثة الآنفة الذكر تشترك في بعض الصفات المظهرية حيث تمتلك الذكور ريشاً أحمر ورمحي الشكل في منطقة الرقبة، الاجنحة ومنطقة الظهر. من ناحية أخرى فان الاناث في الانواع الثلاثة تمتلك ريشاً بنياً فاتحاً ومرقطاً باللون الاسود.

٤ – دجاج غابات جاوه Gallus varius shaw : ينتشر هذا النوع في منطقة جاوه وسومطرة. بخلاف الانواع البرية السابقة، فان دجاج غابات جاوه يميزه ريش الذيل المؤلف من ١٦ ريشة والعرف مسنن وامتلاكه لدلايه وسطية واحدة، ولون ريش الجسم أخضر داكن ولماع.

بالنسبة لاصل الدجاج المستأنس الحالي فهنالك آراء مختلفة حول الاجداد الاصلية. ان التشابه الكبير الذي لاحظه دارون (١٨٦٨ م) بين دجاج الغاب الاحمر وبين كثير من أنواع الدجاج الحالي كالشكل العام للجسم، اللون والصوت، أدى به الى الاعتقاد بان أصل الدجاج الاليف هو الدجاج البري banikava. من ناحية أخرى فان الاختلافات المظهرية بين أنواع الدجاج الثقيلة (الاسيوية مثلاً) وبين الانواع الخفيفة (دجاج البحر الابيض) جعل بعض الباحثين يعتقدون بأن أصل الدجاج الحالي هو ليس دجاج الغاب الاحمر فقط بل أنواع أخرى انحدرت منها الانواع الثقيلة من الدجاج الحالي. وبناء على هذا فان هنالك نظريتين حول أصل الدجاج الاليف.

أ- **نظرية الاصل الواحد Monophyletic Origin** : طبقاً لهذه النظرية فان الدجاج الحالي جميعه من أصل دجاج الغاب الاحمر. لاحظ دارون أن نجاح التزاوج بين أفراد من دجاج الغاب الاحمر وأفراد من الانواع الاليفة والحصول على أجيال خصبة وفشل الحصول على أفراد خصبة من تزاوج آخر بين الدجاج الاليف وبين الانواع البرية الاخرى ذى به الى الاعتقاد بأن أصل الدجاج الحالي هو دجاج الغاب الاحمر.

ب- **نظرية الاصول المتعددة Poly phyletic origin** : كما أوضحنا سابقاً فان اختلاف صفات المظهرية لانواع الدواجن الثقيلة والانواع الخفيفة أدى الى الاعتقاد بأن هنالك كثر من نوع من الدجاج البري كأجداد أصليين للدجاج الحالي وان قسماً من هذه لاجداد أصبحت في عداد الحيوانات المنقرضة وكانت تتصف بقصر الاجنحة ، قدرتها ضعيفة على الطيران والذيل العريض . هذه الصفات يمكن ملاحظتها بين الانواع الثقيلة لدجاج الحالي . اضافة الى ذلك فان أصحاب هذا الرأي يؤكدون على أن الجين المسؤول عن لون الريش الفضي للدجاج الحالي أصله من دجاج الغاب الرمادي وأن لون الريش لاسود يمكن تنسيبه الى دجاج غابات جاوه واللون الاصفر للارجل الى دجاج الغاب رمادي..

ثانياً : تصنيف الدجاج :

في الوقت الحالي يوجد ٨٥٨٠ نوع Species من الطيور المنتشرة في العالم مصنفة تبعا نظام التصنيف البايولوجي الذي يشتمل على :

١- المملكة- الحيوانية	Kindom- Animalia
٢- الشعبة- الحبليات	phylum- Chordata
٣- تحت الشعبة- الفقريات	Sub phylum- Vertebrata
٤- الصنف- الطيور	Class- Aves
٥- الرتبة- شبيهات الديوك	Order- Calliformes
٦- العائلة- الفزانيات	Family- Phasianidae

ان الاسم العلمي لكل نوع من افراد المملكة الحيوانية يتألف بصورة عامة من مصطلحين Binomen فالمصطلح الاول يشير الى اسم الجنس Genus والثاني الى النوع Species . ومن الامثلة على ذلك :

الاسم العام	الرتبة	العائلة	الجنس	النوع
الدجاج	Calliformes	Phasianidae	Gallus gallus	domesticus
الدجاج الرومي	Calliformes	Phasianidae	Meleagis	gallopova
البط	Anseriformes	Anasplaltrh yaches	Anas	Platyrhy nchos
الوز	Anseriformes	Anseralbifrons	Anser	anser
الحمام	Columbiformes	Columbia livia Var domestica	Callumba	livia

هنالك نظام آخر لتصنيف الدواجن اساسه تقسيم طيور النوع الواحد species الى :

١ – القسم Class : ونبعا لهذا تصنف الطيور على اساس المنطقة الجغرافية التي نشأت فيها سلالات القسم الواحد.

٢ – السلالة Breed : تصنف طيور القسم الواحد على اساس الفروقات المظهرية في الشكل العام للجسم ونظام الريش المغطي للجسم الى سلالات مختلفة.

٣ – العروق Veriety : طيور السلالة الواحدة لاي قسم يمكن ان تختلف تبعا لشكل العرف ولون الريش اوكليهما معا وعليه يمكن تصنيف طيور السلالة الواحدة الى عروق مختلفة.

اما عن كيفية تكوين السلالات المختلفة لكل قسم من اقسام الدواجن فيعتقد علماء الطبيعة والتطور ان هنالك احتمالين او حالتين ادت الى ظهور السلالات المختلفة وهي :

آ – **الطفرات الوراثية mutations** : الطفرة الوراثية هي تغير مفاجئ في التركيب الكيمياوي للجين يؤدي الى ظهور صفة مظهرية مغايرة للصفة البرية wild type التي تؤثر فيها ذلك الجين. ان احتمال حدوث الطفرات الوراثية ضئيل جدا ويتراوح بين $١٠^{-٥}$ – $١٠^{-٦}$.

$\frac{١}{١٠٠٠٠٠}$ – $\frac{١}{١٠٠٠٠٠٠}$

ولكن تعد الطفرات على الرغم من حدوثها عاملا في غاية الاهمية بالنسبة للتطور على مدى الاجيال المتعاقبة نتيجة التأثير التراكمي والذي قد يورث من جيل الى آخر عبر التأريخ. وبناء على هذه الفرضية ومنذ استئناس الطيور البرية منذ أكثر من ٥٠٠٠ سنة وبعد تحول الانسان من الحياة البدائية الى المراحل الاولى للحياة الحضارية والزراعة البدائية فقد يعتقد ان طفرات وراثية قد حصلت على بعض الصفات المظهرية للدجاج البري أدت الى ظهور صفات جديدة في شكل الجسم وبعض وظائفه العامة مثل الانتاج وبعض الصفات الوصفية. ان الطفرات الوراثية عموما ماتكون متنحية وعليه عند تزواج افراد حصل لها طفرات مماثلة اي حدث وان اصبحت بعض الافراد ذات تراكيب وراثية متشابهة لصفة ما وكنتيجة للطفرة فأن النسل الناتج من تزاوج هذه الافراد تكون حاملة للصفة الجديدة وبصورة نقية. إضافة الى ذلك فأنه من المحتمل ان تكون الطفرات سائدة وعليه يكون تأثيرها مباشرا حيث تنتقل الى الاجيال القادمة مباشرة.

ب- الانتخاب Selection : الانتخاب هو ان نسبة معينة من مجتمع ما تنتخب بنسبة اكبر من الافراد الاخرى في ذلك المجتمع لتكون آباء وامهات الجيل القادم. والانتخاب اما يكون طبيعيا حيث الحياة للاصلح او من فعل المربي حيث يتم الاحتفاظ ببعض الافراد ذات مواصفات معينة لتكون آباء وامهات الجيل القادم. وكما مر سابقا فأن للانتخاب اثرا في تكوين سلالات مختلفة لطيور القسم الواحد تمتاز بمواصفات شكلية معينة تميزها عن غيرها ومثال على ذلك هو الانتخاب لدجاج العرض البولنية التي تمتاز بوجود العرف المتوج White- crested black التي سجلت كسلالة عام ١٨٦٥ في اول كتاب لانواع الدجاج القياسية.

إضافة الى الانظمة السابقة لتصنيف الدجاج فهنالك نظام ثالث تصنف فيه الدواجن تبعا للغرض الانتاجي كأن يكون الهدف هو انتاج بيض المائدة، انتاج فروج اللحم، او ثنائي الغرض.

فيما يلي اهم انواع الدجاج المنتشرة في العالم والمصنفة تبعا لاصل المنشأ Class والمميزات الرئيسة لكل قسم مع شرح موجز للانواع الرئيسية.

١ – دجاج حوض البحر الابيض المتوسط Mediterranean

يعد دجاج هذا القسم بسلالاته وعروقه المختلفة من الانواع الخفيفة الوزن التي لها القابلية الجيدة على وضع البيض بغزارة واستهلاكها لكميات اقل من العلف ونضجها الجنسي المبكر بالمقارنة مع دجاج الانواع الثقيلة. من اشهر انواع دجاج هذا القسم :

١ . **الليكهورن Leghorn** : من اكثر الانواع انتشارا في العالم لما له من اهمية تجارية في انتاج بيض المائدة. نشأ هذا النوع اصلا في مدينة ليكهورن الايطالية وانتقل الى الولايات المتحدة بين عامي ١٨٣٥–١٨٣٧ والى انكلترا عام ١٨٤٠. الوزن القياسي للذكور عند عمر سنة ونصف هو ٢,٥كغم وللاناث ٢كغم. يتميز دجاج الليكهورن عن غيره من الانواع بالانتاج العالي وجودة كفائة التحويل الغذائي ورشاقة الجسم ونسبة الفقس العالية. اشهر عروق هذه السلالة هو دجاج الليكهورن الابيض ذو العرف المفرد. وبالنظر لتوفر الكثير من الصفات الانتاجية الجيدة في دجاج الليكهورن فقد اهتم الاختصاصيون في مجال التربية والوراثة بالتركيز على عمليات الانتخاب والتسحين الوراثي للحصول على هجن تجارية تمتاز بأنتاجها العالي من بيض المائدة. بحيث اصبح لكل شركة من شركات صناعة الدواجن انواع خاصة بها من الهجن التجارية اساسها دجاج الليكهورن تسوق الى اصحاب الحقول المنتجة للبيض وبأسعار جيدة. يصل انتاج دجاج الليكهورن المنتخب الى معدل ٢٨٠ بيضة سنويا وبمعدل وزن ٥٨ غم للبيضة الواحدة وبكفاءة تحويل غذائي بمعدل ٣كغم علف لكل ١كغم بيض. يمتاز دجاج الليكهورن التجاري المتخصص لانتاج البيض بعدم ميله لصفة الرقاد غير المرغوبة فيها من قبل المنتجين وبدئه بوضع البيض بأعمار مبكرة (١٥٠ يوماً تقريباً).

٢ . **المنوركا Minorca** : نشأ اصلا في اسبانيا وهو من اثقل سلالات الانواع الخفيفة حيث يمتاز بالجسم المنتظم الشكل والصدر المستدير والرقبة الطويلة. يصل وزن الذكر البالغ الى ٣,٤كغم والانثى البالغة الى ٣كغم. يشتهر دجاج المنوركا بكبر حجم البيض حيث يصل معدل وزن البيضة الى ٦٥ غم ولكنه اقل انتاجا من دجاج الليكهورن.

٣ . **الانكونا Ancona** : دجاج هذه السلالة يشبه طيور الليكهورن في الشكل العام للجسم إلا انه اصغر حجما. نشأ دجاج الانكونا في محافظة انكونا الايطالية. يصل معدل وزن الذكور ٢,٦ كغم عند عمر سنة ونصف والاناث ٢,٢ كغم .

٤ . **الدجاج الاندلسي Andalusian** : نشأ هذا النوع في مدينة الاندلس الاسبانية وهو من اقدم دجاج حوض البحر الابيض المتوسط . هنالك سلالتان من الدجاج الاندلسي هما الاسود والابيض . ومن هاتين السلالتين تكون الدجاج الاندلسي الازرق اللون كنتيجة لفعل زوج من الجينات المتفاعلة مع بعضها لتظهر الطيور الناتجة من تزاوج السلالتين السوداء والبيضاء النقية بمظهر الخليط الوسطي والمعبر عنه باللون الازرق . وكثيراً ما نلاحظ في كتب الوراثة المندلية الاستعانة بالدجاج الاندلسي الازرق كمثال للتعبير عن تحوير النسبة المندلية ٣ : ١ بين افراد الجيل الناتج من تزاوج الافراد الخليطة مع بعضها بسبب غياب السيادة لاحد ازواج الجينات . يصل وزن الذكور البالغة الى ٣,٢ كغم والاناث الى ٢,٢ كغم .

٢ – الانواع الآسيوية Asiatic class

تتميز الانواع الآسيوية بكبر الحجم والكثافة العالية لريشها الجسم الذي يمتد ليغطي الارجل ايضا . من اهم انواع الدجاج الآسيوي :

١ . **البراهما Brahma** : نشأ دجاج البراهما اصلا في الهند وفي المناطق المحيطة من نهر براهما بوترا خلال النصف الاول للقرن التاسع عشر وذلك عن طريق سلسلة من التزاوجات بين الدجاج المحلي في تلك المناطق وبعض انواع الدجاج الآسيوي . يتميز هذا النوع من الدجاج بضخامة الجسم والريش الكثيف الممتد على اطراف اصابع الارجل . يتراوح معدل وزن الذكور البالغة بين ٥ – ٥,٥ كغم والاناث حوالي ٤ كغم . انتاج البيض يصل الى ١٤٠ بيضة في السنة الانتاجية الاولى . ومن الصفات غير المرغوبة في دجاج البراهما هو ميل الاناث الى الرقاد على البيض والتأخير في عمر النضج الجنسي (٨ – ١٠ أشهر) .

٢ . **الكوجن Cochin** : هنالك اربع سلالات من دجاج الكوجن هي الابيض ، المخطط والذهبي . كما في دجاج البراهما فأن دجاج الكوجن ذو وزن عالي حيث يصل معدل وزن الذكر البالغ الى ٥ كغم والاناث الى ٤ كغم . انتاج الاناث من البيض قليل ولايزيد عن ٩٠ بيضة خلال السنة الانتاجية الاولى .

٣ . **اللانكشان Langshan** : نشأت طيور هذه السلالة اصلا في مناطق شمال الصين . يتصف دجاج اللانكشان بعروقه المختلفة البيضاء ، السوداء والزرقاء بعمق الجسم وغياب الارجل الطويلة من الريش وذيله المرتفع . يصل انتاج الاناث الى ١٤٠ بيضة بالسنة ويمتاز لون البيض فيه بالقشرة الحمراء المائلة الى الاصفرار .

٣– الانواع الامريكية American Class

تشمل الانواع الامريكية مجموعة كبيرة من السلالات والعروق الثنائية الغرض التي اصبحت منتشرة في معظم دول العالم بحيث اصبحت ملائمة للتأقلم في ظروف البيئة المختلفة لدول العالم . من اهم انواع الدجاج الامريكي :

١ . **الرود ايلاند Rhode Island** : هنالك سلالتان من دجاج الرود ايلاند هي الحمراء والبيضاء وان السلالة الحمراء هي الاكثر انتشارا في العالم حيث حققت تقدما في ادائها الانتاجي الثنائي الغرض في مختلف الظروف البيئية . نشأت اصلا هذه السلالة من التزاوجات بين الدجاج الآسيوي الاحمر المصحوب باللون الاسود ودجاج المالاي وذلك في حقول ولايه رد ايلاند منذ عام ١٨٦٠ . يتميز دجاج الرد ايلاند الاحمر بكفاءة الاناث على انتاج البيض حيث يصل معدل الانتاج الى ٢٢٠ بيضة بنية القشرة خلال السنة الانتاجية الاولى وبمعدل وزن ٥٨ غم للبيضة الواحدة . كذلك تمتاز اناث الرد ايلاند الاحمر بكفاءة تحويل الغذاء حيث تستهلك الدجاجة بمعدل ٣,٥ كغم علف لانتاج ١ كغم بيض . من ناحية اخرى يصل وزن الذكور الى ٣,٥ كغم عند عمر ٨ أشهر ويمتاز لحمه بجودة النوعية . بصورة عامة يكون لون الريش في طيور الرد ايلاند الاحمر غامقاً بسبب تأثر اللون بجينات وراثية تميل الى اظهار اللون الاسود المصاحب للون الاحمر .

٢. **النيوهمشاير New Hampshire** : تكون دجاج النيوهمشاير من خلال عمليات الانتخاب المستمر في دجاج الرد ايلاند الاحمر خلال فترة تصل الى ٣٠ سنة بولاية نيوهمشاير الامريكية حيث سجل هذا النوع من الطيور كسلالة مستقلة عام ١٩٣٨ . تمتاز دجاج النيوهمشاير بالنضج الجنسي المبكر والتريش السريع وامتلاء الجسم حيث يصل وزن الجسم في الاناث الى ٣,٥كغم والذكور الى ٣,٨كغم عند عمر ٨ اشهر. تنتج اناث النيوهمشاير حوالي ٢٠٠ بيضة في السنة الاولى بعد النضج الجنسي وبمتوسط وزن ٦٠ غم للبيضة الواحدة . يمتاز دجاج النيوهمشاير بقابليته الجيدة على التسمين وكفائته التحويلية العالية للغذاء مما جعله من اكثر الطيور شيوعا لغرض الانتاج الثنائي من البيض واللحم . يمتاز دجاج النيوهمشاير ايضا بقدرته الجيدة على التكيف التدريجي لظروف البيئة المختلفة مما جعله من اكثر الانواع المريكية انتشارا في العالم .

٣. **البليموث روك Plymouth Rock** : نشأ اصلا في ولاية ميشكان كنتيجة لعمليات الانتخاب والتضريب بين دجاج الليكهورن الابيض والوايندوت الابيض وعليه امكن الحصول على سلالة البليموث روك الابيض التي تبعها تطور سلالات اخرى عرفت بدجاج البليموث روك الاسود ، الكولومبي والاصفر كنتيجة لادخال دم انواع اخرى من الدجاج خلال عمليات الانتخاب والتضريب المختلفة . تعد سلالة البليموث روك الابيض من اهم السلالات الامريكية من الناحية التجارية حيث تستعمل الاناث كقطعان اصول اساسية لتزوجها مع ذكور الكورنش في عمليات التربية والانتخاب للحصول على دجاج الهجن التجارية المتخصصة بأنتاج دجاج اللحم . هنالك سلالة اخرى من دجاج البليموث روك هي البليموث المخطط حيث ريش الجسم مخطط باللون الابيض واللون الاسود وبشكل متبادل . وقد نشأت هذه السلالة كنتيجة للتزاوجات المختلفة والانتخاب بين ذكور الدجاج الاسباني واناث البراهما خلال الاعوام ١٨٥٠ – ١٨٨٠ . وقد وجد من خلال دراسة سلوك لون الريش المخطط في قابلية توريثه الى النسل بأن هذه الصفة مرتبطة بكروموسومات الجنس . وعليه استغلت هذه الصفة للاستفادة منها في التميز بين الجنسين عند الفقس . بصورة عامة يتراوح معدل انتاج البليموث روك بسلالاته المختلفة بين ١٨٠ – ٢٠٠ بيضة سنويا ويصل معدل وزن الذكور الى ٤كغم والاناث الى ٣كغم عند عمر سنة .

٤ . **الوايندوت Wyandotte** : يعد دجاج الوايندوت من الانواع الثقيلة واول سلالاته هي الوايندوت الفضي حيث سجلت كسلالة قياسية عام ١٨٨٣ . هنالك سلالات اخرى من دجاج الوايندوت اشهرها الكولومبي الذي نشأ من تزاوج الوايندوت الابيض والبليموث روك المخطط . يصل معدل انتاج البيض الى ١٦٠ بيضة خلال السنة الاولى بعد النضج الجنسي .

٤ – الأنواع الانكليزية English Class

هنالك ٦ سلالات رئيسة في صنف الدجاج الانكليزي منها له اهمية تجارية كبيرة في صناعة الدواجن . اهم هذه السلالات .

١ . **الكورنش Cornish** : نشأت سلالة دجاج الكورنش بفعل الانتخاب المستمر لوزن الجسم والنمو السريع في طيور المهارشة الهندي بحيث اصبحت ذكور الكورنش ذات كفاءة عالية في الاستفادة من الغذاء تستعمل كآباء اساسية في انتاج فروج اللحم . يصل وزن ذكور الكورنش عند البلوغ الجنسي (٦ أشهر) الى ٥ كغم وتمتاز الذكور البالغة بالضخامة والصدر الواسع والممتليء . اما اناث الكورنش فيها نسبة انتاج البيض منخفضة ٩٠ بيضة في السنة ونسبة الاخصاب والفقس فقيرة نسبيا .

٢ . **الساسكس Sussex** : عرض دجاج الساسكس في اول معرض للدواجن في انكلترا عام ١٨٤٥ وكان يسمى وقتئذ دجاج كنت . هنالك سلالتان من دجاج الساسكس الفاتح والغامق ويتميز الاول بكفائته العالية في انتاج البيض حيث يصل الى ٢٢٠ بيضة سنويا . لون الريش في الساسكس الفاتح ابيض وريش الذيل اسود والرقبة مرقطة باللون الاسود . تمتاز ذكور دجاج الساسكس بصفات الذبيحة الجيدة حيث لاتزيد نسبة الدهن عن معدل ٦ ٪ من الوزن عندما تكون الطيور بعمر سنة .

٣ . **الاوربنكتون Orpington** : نشأ هذا النوع في قرية اوربنكتون الانكليزية بسلالته البيضاء ، السوداء والصفراء بين الاعوام ١٨٩٤ – ١٨٨٩ م . يعد دجاج الاوربنكتون من

انواع دجاج المنافسة والمسابقات في معارض الدواجن حيث هنالك ثمان سلالات تتباين مع بعضها في اللون والشكل العام للجسم. اشهر سلالات الاوربنكتون هي السوداء الناتجة اصلا من تزاوج افراد اللانكشان مع افراد الكوجن. يصل وزن ذكور الاوربنكتون الى ٤,٥ كغم عند عمر ١٢ شهراً والاناث الى ٣,٥ كغم. تضع الاناث حوالي ١٦٠ بيضة خلال سنتها الانتاجية الاولى.

٤. **الدوركنك Dorking**: من اقدم الانواع الانكليزية النقية حيث جاء في نشريات احد الكتاب الرومان في عهد القيصر جوليوس وصف مشابه لدجاج الدوركنك بأمتلاكه خمس اصابع في كل رجل وميله الى الهدوء. يمتاز دجاج الدوركنك بسلالته المختلفة بالجسم الطويل ذو الريش المنحدر على الجانبين في منطقة الظهر. يبلغ متوسط وزن الذكر ٣,٥ كغم والانثى ٣ كغم عند سنة وان الاناث منخفضة الانتاج من البيض.

٥. **الاسترالورب Australorp**: دجاج الاسترالورب سلالة مشتقة من دجاج الاوربنكتون المستورد من استراليا الى انكلترا. حيث اجريت عمليات انتخاب وتحسين للصفات المرغوبة في دجاج الاوربنكتون الذي امتاز آنذاك بجودة الانتاج في البيض واللحم وتمكن عام ١٩٢١ تسجيل سلالة الاسترالورب بشكل مستقل والتي تميزت طيورها بأنتاجها العالي من البيض الذي يصل الى معدل ٢٠٠ بيضة بالسنة وبمعدل وزن ٦٠ غم للبيضة الواحدة. تزن ذكور الاسترالورب حوالي ٤,٥ كغم والاناث ٣,٦ كغم عند عمر ١٢ شهراً.

٦. **الردكاب Redcaps**: يعد هذا النوع من الدجاج الاكثر شيوعا في معارض الدواجن لما يمتلكه من جمال مظهري حيث ريش الجسم مضغوط والذيل مرفوع وطويل في كلا الجنسين والمنقار صغير الحجم. يصل معدل وزن الذكر الى ٢,٥ كغم والانثى الى ٢ كغم عند عمر ١٢ شهراً.

وفيما يلي بعض اهم الصفات لاهم اقسام الدواجن العالمية مع بعض الصور التوضيحية.

١ – القسم الامريكي :

آ– لون الجلد اصفر

ب– فص الاذن احمر

جـ – السيقان عارية الريش

د– لون البيض بني بأستثناء اللامونا ، الهولاند

٢ – القسم الانكليزي :

آ– لون الجلد ابيض بأستثناء الكورنش

ب– فص الاذن أحمر

جـ – السيقان عارية الريش

د– لون البيض بني بأستثناء الدوركنك ، والردكاب

٣ – القسم الآسيوي :

آ– لون الجلد اصفر بأستثناء اللانكشان

ب– فص الاذن احمر

جـ – السيقان مغطاة بالريش

د– لون البيض بني

٤ – حوض البحر الابيض المتوسط :

آ– لون الجلد اصفر بأستثناء المنوركا ، الاسباني ، الاندلسي الازرق

ب– فص الاذن ابيض

جـ – السيقان عارية من الريش

تمارين الفصل الاول

١ - لماذا اعتقد دارون ان اصل الدجاج الاليف هو دجاج الغاب الاحمر.

٢ - ماهي الاسس التي على اساسها يتم تصنيف الدجاج الى سلالات مختلفة .

٣ - ماهي اهم الفروقات المظهرية بين دجاج الليكهورن الابيض ودجاج الانكونا .

٤ - هل هنالك علاقة بين معدل وزن الجسم الحي وغزارة الانتاج في السلالات المختلفة للدواجن .

٥ - ماهي اهم الفروقات المظهرية بين دجاج القسم الامريكي ودجاج قسم حوض البحر الابيض المتوسط .

الفصل الثاني

الاجهزة التناسلية والتكاثر

Reproductive systems and Reproduction

ان الاجهزة التناسلية في الطيور تختلف تشريحياً عن مثيلاتها في حيوانات المزرعة الكبيرة كالابقار والاغنام حيث تمتلك إناث الطيور مبيضاً واحداً وقناة بيض واحدة لانتاج البيضات وبمعدل ٢٥ – ١٥ بيضة في الشهر في الدجاج الاليف. كذلك فان النمو الجنيني للطيور يحدث داخل البيضة المخصبة خارج جسم الام وبالاعتماد على ماتحتويه البيضة من مواد غذائية لازمة لنمو الجنين وعلى الظروف البيئة الخارجية، وبذلك فان عملية التكاثر أصبحت ضمن سيطرة الانسان حيث بمقدوره التحكم بعدد الافراخ الناقسة من خلال عدد البيض الذي يهيئ له ظروف التفريخ بوساطة المفرخات الصناعية.

اما بالنسبة للذكور فان ذكور الدواجن وكما هو الحال في بقية الطيور لاتمتلك عضو سفاد متطوركما في الحيوانات الكبيرة.

١ – **الجهاز التناسلي الذكري**: يتكون الجهاز التناسلي في ذكور الطيور من الخصيتين والاوعية الناقلة للحيامن.

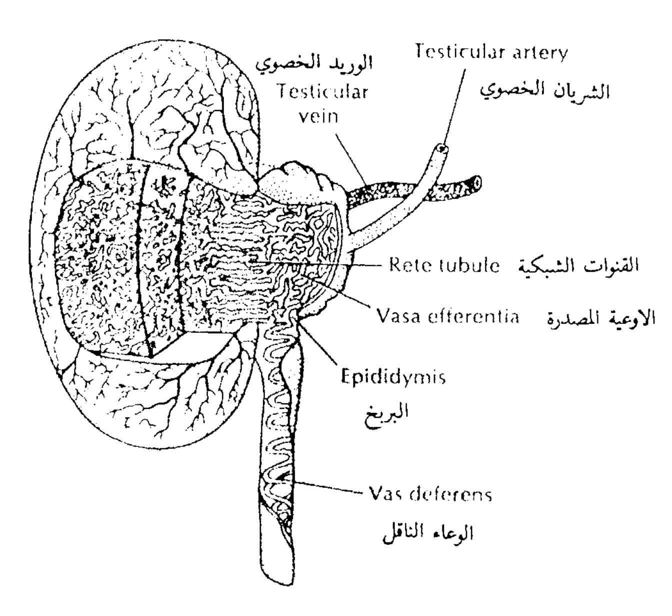
أ **الخصيتان Testis**: تقع الخصيتان في الجزء العلوي من التجويف البطني أمام الكليتين وبموازاة العمود الفقري وهي محاطة بالاحشاء الداخلية كالامعاء وغيرها. ان شكل الخصية بيضوي ولونها أبيض مصفر ومغلفة بنسيج ضام رقيق يتراوح وزنها في الذكور البالغة بين ١٠ – ١٥ غم في أنواع الدجاج الخفيفة وبين ٢٠ – ٤٠ غم في الانواع الثقيلة. ومن الجدير بالذكر، وجود زوج من الاكياس الهوائية ملاصقة للخصيتين يعتقد أن لها أهمية في خفض درجة حرارة الخصيتين بمعدل ٤ درجات مئوية أقل من حرارة الجسم نتيجة لحركة هواء الشهيق والزفير مما يزيد في كفاءة عمل الخصيتين في انتاج الحيامن،

هنالك في كل خصية منطقة تسمى بالبربخ Epididymis تضم نوعين من الانسجة التي لها علاقة في عملية تكوين الحيامن ، وهذه الانسجة هي :

أ- **الأنابيب المنوية الدقيقة Semineferous Tubules** : مجموعة من الانابيب الكثيرة العدد والدقيقة الحجم ملتوية على بعضها تتم فيها عملية تكوين الحيامن نتيجة انقسام جدران هذه الانابيب .

ب- **الانسجة البينية Interstitial Tissues** : مجموعة من الانسجة الكثيفة تقع بين الانابيب المنوية الدقيقة تنتشر فيها الكثير من الاوعية الدموية الدقيقة وتحوي خلايا خاصة بافراز هرمون الاندروجين الذكري الذي يعطي صفات الجنس الرئيسة للذكور.

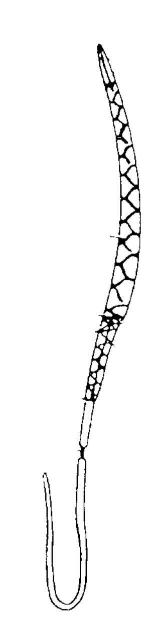
ان الانابيب المنوية الدقيقة تنتهي في طرف الخصية الخلفي كما هو موضح في الشكل (٢ - ١) لتصب محتوياتها في قناة متعرجة تمتد بموازاة السطح البطني للكلية وهذه القناة تسمى بالوعاء الناقل للحيامن Vas defernes وتسمى القناتين معاً Vasa deferentia .



شكل (٢ - ١) .

يوضح التشريح الداخلي لخصية ذكر الدجاج

• - لأوعية الناقلة Vasa deferentia : ينتهي كل وعاء ناقل للحيامن بفتحة صغيرة ـــى القناة القاذفة papilla في منطقة المجمع المسمى proctadaem .ان حيامن ذكور ـــرجن تعد وحدات متخصصة جداً ويظهر كل حيمن كما في الشكل (٢ – ٢).



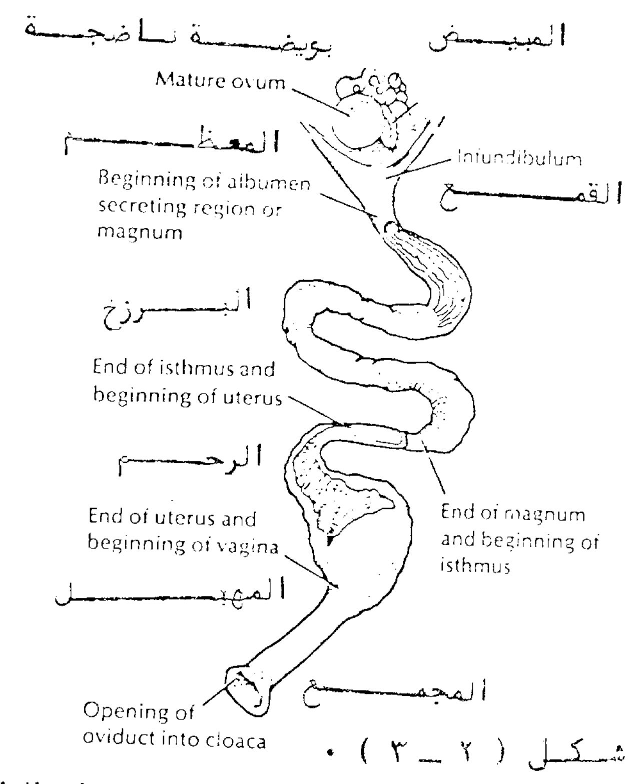
شـــكـــل (٢ ـ ٢)

صـــورة مكبـــرة لحيمـــن ذكـــور الدواجـــن

ما عن حجم السائل المنوي وتركيز الحيامن فهنالك اختلاف واضح تبعاً لانواع الطيور حيث يتراوح حجم القذفة الواحدة في الدجاج بين ٠,٢ – ١,٥ مل٣ من السائل المنوي ـتركيز يصل الى معدل ٣,٥ مليون حيمن لكل ملم٣ في حين أن حجم السائل المنوي من ـيك الرومي لايزيد عن ٠,٤ مل٣ ولكن بتركيز أعلى (٦ – ٧ مليون حيمن لكل ملم٣).

٢ - **الجهاز التناسلي الانثوي** : يتكون الجهاز التناسلي الانثوي في الدجاج من جزئين ـيسيين هما المبيض الايسر وقناة البيض اليسرى. لابد من الاشارة الى ان في بداية النمو جنيني فان قناتي البيض اليمنى واليسرى تبدآن بالنمو الا أنه بتقدم النمو الجنيني فان قناة

البيض والمبيض الايمن يتوقفان عن النمو لكي يصبحا عضوين أثريين عند الفقس ويبقى المبيض الايسر وقناة البيض اليسرى ليكونا الجهاز التناسلي الفعال في انتاج البيض عند البلوغ الجنسي والمتكون من الاجزاء التالية وكما هو موضح في الشكل (٢ - ٣).



شكل (٢ ـ ٣).
يوضح الجهاز التناسلي الانثوي في الدجاج البالغ

١. المبيض **Ovary** : يتكون المبيض في الطيور غير البالغة من كتلة صغيرة من البويضات التي يمكن مشاهدة الكثير منها بالعين المجردة في الدجاج. إضافة الى البويضات المرئية هنالك حوالي ١٢٠٠٠ بويضة ميكروسكوبية تنمو منها حوالي ٣٠٠ بويضة لتصبح بيوض ناضجة في معظم أنواع الدجاج الاليف. ان كل بيضة في عنقود البيض مغلفة بطبقة خارجية تسمى الحويصلات follicles التي تمتاز بإحتوائها على اوعية دموية عديدة ماعدا منطقة تسمى الستكما stigma التي يحدث من خلالها انطلاق البيضة الناضجة من المبيض الى قناة البيض التي تسمى عملية التبويض Ovulation.

٢ . قناة البيض Oviduct : تشمل قناة البيض جميع أجزاء القناة الناقلة للبيوض المنطلقة من المبيض لاكمال تكوينها والتي تتم فيها عمليات التلقيح والاخصاب .

ان لطول قناة البيض علاقة طردية مع معدل عمر الطيور حيث ان طولها في الدجاج غير البالغ لايزيد عن ١٠ سم في حين يصل طول القناة الى ٦٧ سم في الدجاج البالغ .

ان الاجزاء المميزة في قناة البيض تبعا الى ادائها الوظيفي في تكوين البيضة الكاملة ابتداء من منطقة المبيض هي :

أ – القمع Infundibulum : وظيفته استقبال البيوض المنطلقة من الحويصلات وكذلك فهو الجزء الذي يتم فيه اخصاب البويضة عند توفر الحيامن المخزونة في بداية قناة البيض . تبقى البويضة في منطقة القمع لمدة ١٥ دقيقة ويبلغ طول هذا الجزء حوالي ١٢ سم .

ان لعملية التبويض تأثيرا مباشرا على فعالية القمع في التقاط البويضة المنطلقة من الحويصلة حيث لوحظ من بعض الدراسات الفسلجية للجهاز التناسلي في الدجاج ان القمع يبقى غير فعال لحين اتمام عملية التبويض وان البويضة المنطلقة يتم توجيهها الى فتحة القمع بفعل حركة بعض الاعضاء المحيطة بالمبيض مثل الجهاز الهضمي . يلاحظ احيانا بعض الانحرافات الفسلجية لهذه الحقيقة حيث تبدو على بعض افراد الدجاج علامات وضع البيض المألوفة غير ان هذه الافراد لاتنتج بيضا بسبب فشل القمع لالتقاط البويضات لاسباب تكاد تكون غير معروفة تماما . وقد لوحظت مثل هذه الحالات بين بعض افراد الدجاج المصاب ببعض امراض الجهاز التنفسي . وفي هذا الخصوص فقد وجد ان مصير هذه البويضات بانها تستقر في التجويف الجسمي لتمتص هناك خلال فترة ٢٤ ساعة .

ب – المعظم Magnum : منطقة المعظم هي اطول جزء في قناة البيض يتم فيها تكوين البروتين المتمثل بطبقات الالبومين المترسبة حول الصفار . يتم ايضا في نهاية منطقة المعظم تكوين الكلازا chalaza التي هي عبارة عن شريطين ملتويين من الالبومين السميك mucin يصلان الصفار بطرفي البيضة وبموازاة المحور الطولي . يصل طول منطقة المعظم الى ٣٣ سم وتبقى فيه البيضة حوالي ساعتين وخمس واربعين دقيقة لتنتقل بعد ذلك وبحركة لولبية الى الجزء التالي من قناة البيض .

ج – البرزخ Isthmus : يتميز هذا الجزء من قناة البيض بانسجته الداخلية المختلفة الشكل عن انسجة مناطق القناة الاخرى حيث طيات الجدار الداخلى لمنطقة البرزخ اقل عددا واصغر حجما من المناطق الاخرى. يبلغ طول منطقة البرزخ حوالي ١٢ سم وتبقى البويضة فيه لمدة ساعة وربع ليتم اثنائها تكوين غشائي القشرة التي هي عبارة عن الياف بروتينية متشابكة ومسامية المظهر يتم خلالها تبادل الغازات بين البيضة والمحيط الخارجي.

د – الرحم Uterus: يبدو هذا الجزء من قناة البيض على شكل قناة منتفخة وذي جدار عضلي سميك من الداخل محتويا على بعض الغدد الانبوبية وغدد احادية الخلية التي يعتقد انها تفرز سائلا مائيا ينتقل عبر الغشاء الداخلي للقشرة لتخفيف كثافة الألبومين واضافة بعض الاملاح. يبلغ طول هذا الجزء حوالي ١٢ سم وتبقى فيه البيضة لفترة عشرين ساعة وخمسة واربعين دقيقة ليتم اثنائها ترسيب عنصر الكالسيوم وبصورة تدريجية حول البيضة. كذلك تترسب في هذه المنطقة المواد المسؤولة عن لون قشرة البيضة في انواع الطيور التي تصنع بيضا ملونا.

هـ – المهبل :Vagina: يمثل المهبل الجزء الاخير من قناة البيض ليصل الرحم بفتحة المجمع المشتركة. يبلغ طول المهبل ١٠ سم ووظيفته نقل البيضة الكاملة التكوين الى خارج الجسم وكذلك ترسيب مادة الكيوتكل على جدار قشرة البيضة اثناء مرورها السريع في هذا الجزء من قناة البيض. اضافة الى وظيفة المهبل هذه فأن له اهمية كبيرة في عملية الاخصاب، كما سيرد ذكره في هذا الفصل.

٣ – تكوين الكميتات : ان ظاهرة استمرار الحياة من فرد الى آخر هي نتيجة اتحاد الكميتات الذكرية والكميتات الانثوية التي تنشأ عنها البيضة المخصبة التي بدورها تتطور الى كائن حي قائم بذاته. يسمى هذا النوع من التكاثر واستمرارية الحياة التكاثر الجنسي كما هو شائع في جميع الاحياء الراقية. ان كل خلية من خلايا الافراد الطبيعيين تحوي عددا ثابتا من ازواج الكروموسومات المتماثلة الشكل (عدا كروموسومات الجنس)، ولكون ان الفرد ينشأ اصلا من اتحاد الخلية التناسلية الذكرية والخلية التناسلية الانثوية فعليه لابد من حدوث بعض العمليات الميكانيكية التي تؤدي الى اختزال العدد الاصلي للكروموسومات الى نصفه في الخلايا التناسلية وباتحاد هذه الخلايا يعود العدد الثابت لكروموسومات النوع. فيما يلي شرح موجز عن كيفية تكوين الكميتات في الطيور.

١ - تكوين الحيامن Spermatogensis: تبدأ عملية تكوين الحيامن في جميع انواع الطيور عند عمر خمسة اسابيع بحدوث بعض التغيرات في خلايا الخصيتين حيث تبدأ القنوات المنوية tubules بتنظيم نفسها يتبعها عملية انقسام لاختزالي للخلايا الجرثومية Spermatogonia وهي الطبقة القاعدية للقنوات المنوية حيث ينتج عن هذا الانقسام الخلايا المنوية الاولية Primary spermatocytes التي يستغرق تكوينها ٨ - ١٠ ايام. تبدأ كل خلية منوية اولية، وعندها تكون الطيور بعمر ٩ اسابيع، بالانقسام الاختزالي لتكون خليتين تحوي كل منها نصف العدد الاصلي للكروموسومات وتسمى هذه الخلايا الخلايا الجرثومية الثانوية Secondary Spermatocyles.

وعندما تصل الطيور الى عمر ١٢ اسبوع تبدأ الخلايا الجرثومية الثانوية بالانقسام الاعتيادي لتعطي كل منها خليتين من خلايا الحيوانات المنوية غير الناضجة أو السبوماتيدات spermatids لتنمو وتتطور عند البلوغ الجنسي الى حيامن ناضجة Spermatozoa.

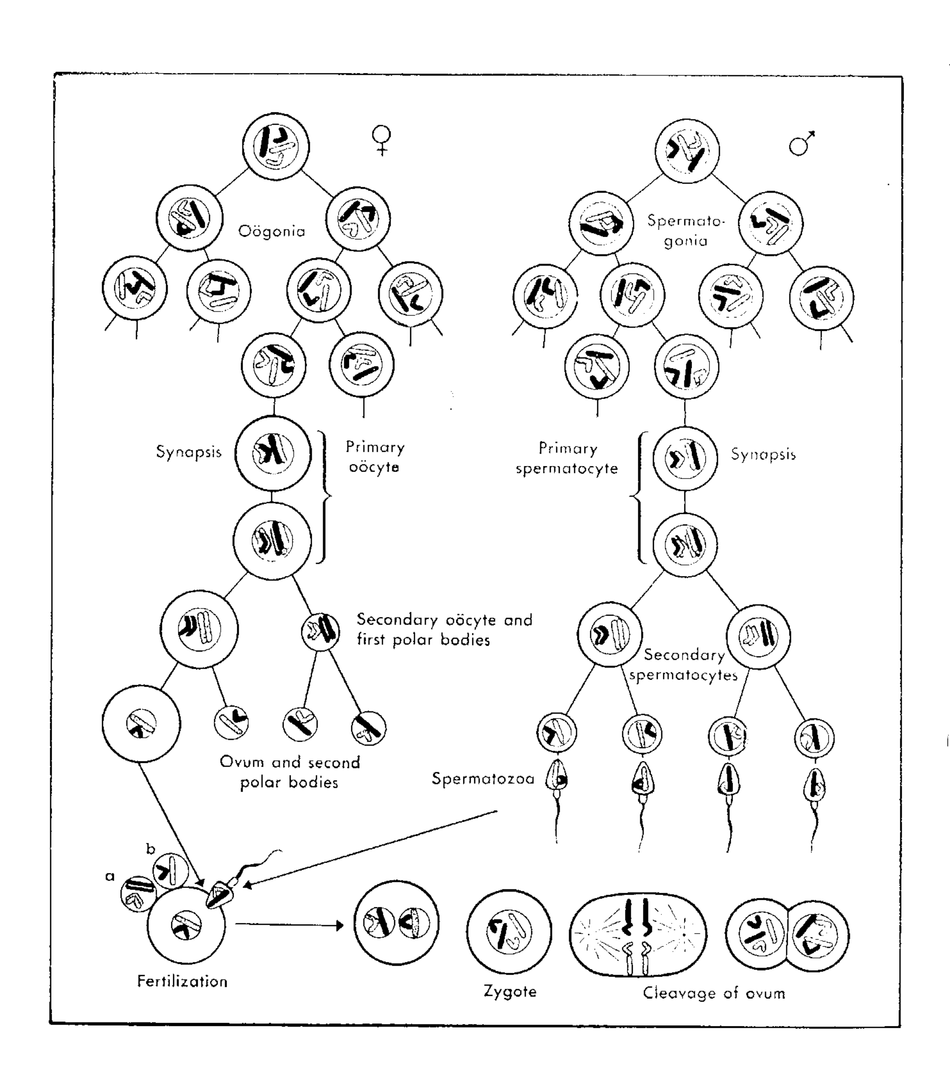
يلاحظ من تتبع عملية تكوين الحيامن ان كل خلية منوية اولية ينشأ عنها اربع كميتات ذكرية ناضجة.

٢ - تكوين البويضات Oogenesis: ان عملية تكوين البويضات هي عملية مشابهة لتلك التي تتكون فيها الحيامن من ناحية ميكانيكية الانقسامات ولكنها تختلف في محصلتها النهائية بالنسبة لعدد الكميتات المتكونة.

عندما يكون الجنين الانثوي بعمر ١١ يوما تبدأ الخلايا الجرثومية في المبيض بالانقسام الاعتيادي لتكون البيوض الامية Oogonia التي بدورها تنمو وتكبر بالحجم كنتيجة لترسيب المواد الغذائية مكونة البيوض الاولية primary Oocytes التي تحوي العدد المزدوج للكروموسومات.

بعد هذه المرحلة تبدأ كل بيضة اولية انقساما اختزاليا لينتج عنها بيضة ثانوية Secondary Oocyte وجسم قطبي اول first polar body ثم يحدث وان تنقسم كل بيضة ثانوية انقساما اعتياديا لتنتج بيضة ثانية وجسم قطبي آخر وكذلك ينقسم الجسم القطبي الاول لينتج عنه جسمين قطبيين وتسمى هذه الاجسام القطبية بالاجسام الثانية Second polar body.

تحوي الاجسام القطبية الثلاثة كميات قليلة من السايتوبلازم ويكون مصيرها الامتصاص من قبل الجسم. وبهذا يلاحظ تكوين بيضة ثانوية واحدة من انقسام كل بيضة اولية. والمخطط التالي يبين كيفية حدوث تكوين الكميتات الذكرية والانثوية في الدواجن.



٤ – الأخصاب Fertilization: ان السائل المنوي يوضع في الفتحة المؤدية للقناة التناسلية المسماة proctrodaem سواء كان التلقيح طبيعيا أو تلقيحا صناعيا. في الدواجن، تستطيع الانثى الملقحة مرة واحدة ان تعطي بيضا مخصبا لفترة تتراوح بين ٧ – ١٥ يوما حسب نوع الطيور. استنادا الى هذه الحقيقة فلابد من وجود مخزن للسائل المنوي تنطلق منه مجموعة من الحيامن لتلقح البيض المتحرر من المبيض خلال هذه الفترة. وقد كشفت الدراسات التشريحية للقناة التناسلية عن وجود بعض التجاويف المغلقة النهاية في منطقة التقاء الرحم والمهبل U – V junction والمملوءة بالحيامن في الدجاج الملقح وتسمى هذه التجاويف Crypts. لوحظ بواسطة الميكروسكوب الالكتروني ان هذه التجاويف الدقيقة مزودة في مقدمتها باهداب متحركة يعتقد انها تفيد في انتخاب الحيامن الجيدة لتلقيح البويضة المنطلقة من المبيض في منطقة القمع . وعن كيفية انطلاق قسم من الحيامن المخزونة في التجاويف الى اعلى القناة التناسلية فيعتقد انه اثناء نزول البيضة الكاملة ومرورها في منطقة التقاء الرحم والمهبل يحدث ضغطا داخليا على التجاويف يصاحبه ضغط الى الخارج بعد مرور البيضة مما يؤدي الى اندفاع قسم من الحيوانات المنوية الموجودة في سطح التجاويف الى الاعلى لتقاوم الجيدة منها حركة الاهداب وتسير الى اعلى القناة التناسلية لتلقح البيضة المتحررة التالية في منطقة القمع. وقد لوحظ انه على الرغم من ان ملايين الحيامن تهاجر الى منطقة القمع الا ان حيوان منويا واحدا ينجح بالاتحاد مع نواة الخلية التناسلية الانثوية لتكوين البلاستودرم. لقد اشار Sturkie 1976 انه يجب توفر ما لايقل عن ١٠٠ مليون حيمن في القناة التناسلية الانثوية لضمان الحصول على بيض مخصب وبدرجة جيدة. اما بخصوص مدة بقاء الحيامن داخل التجاويف وقابليتها على الاخصاب فأن لنوع الطيور تأثيرا واضحا على تلك المدة وعلى نسبة الاخصاب بعد اجراء التلقيحة الواحدة.

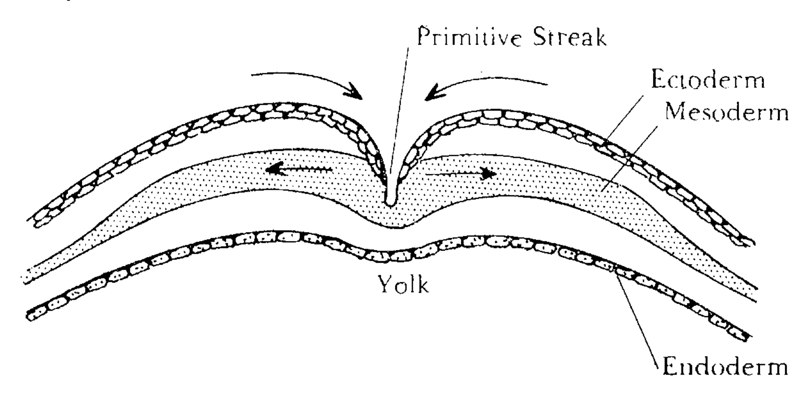
٥ – النمو الجنيني Embryonic developement: ان عملية التطور الجنيني تشتمل على مرحلتين رئيسيتين حيث المرحلة الاولى تتركز على زيادة عدد الخلايا التي ينتج عنها زيادة في عدد خلايا البلاستودرم. والمرحلة الثانية تشمل احداث تغيرات مستمرة في تركيب الخلايا لينتج عنها اعضاء الجسم المختلفة. وان اجنة الطيور تعتمد في تطورها على تجزئة المواد الغذائية في البيضة للحصول على الطاقة وبناء البروتين في انسجة جسم الجنين. بما ان الاوكسجين هو العنصر الاساس لهذه العمليات فعليه يجب ان يكون هنالك نوع من

التنفس ودورة دموية تحمل الاوكسجين والعناصر الغذائية الى اعضاء جسم الجنين المختلفة والتخلص من النواتج العرضية لعمليات الهدم والبناء. يبدأ نمو جنين الطيور عندما تكون البيضة المخصبة في منطقة المعظم حيث تبدأ الخلية المخصبة انقساما اعتياديا لينتج عنها خليتان كل منها لها نواتها الخاصة وهذه الخلايا تنقسم بدورها الى اربعة ثم الى ثمانية وهكذا باشكال متوالية عددية ليصل عدد الخلايا الى ٢٥٦ عندما تكون البيضة في منطقة الرحم ، وتعرف هذه المرحلة بالكسترلة gastrulation . لقد كشفت دراسات النمو الجنيني ان من هذا العدد من خلايا البلاستودرم تنشأ ثلاث طبقات جرثومية كل منها متخصصة لتكوين اعضاء معينة في الجسم ، وهذه الطبقات هي :

أ- الاكتدورم Ectoderm ينشأ عن هذه الطبقة الجهاز العصبي اجزاء العين والانف والاذن ، الريش والحراشف المغطاة للارجل.
ب- الميزودرم Mesoderm : يتطور من هذه الطبقة العضلات ، القلب والاوعية الدموية ، الانابيب البولية ومعظم اجزاء الجهاز العظمي والانسجة الرابطة.
جـ- الاندودرم Endoderm : ينشأ عنها الاغشية المبطنة للامعاء ، الكبد ، الطحال ، كيس الصفراء والاغشية المبطنة للقناة التنفسية.

بعد مرحلة الكسترلة وتكوين الطبقات الجرثومية الثلاثة تكون البيضة قد اكتمل تكوينها ووضعت خارج جسم الام. وكنتيجة لانخفاض درجة حرارة البيضة بعد وضعها فقد يتوقف النمو الجنيني ما لم تهيئ لها ظروف الحضانة من حرارة ورطوبة نسبية عند احتضان البيضة المخصبة من قبل الام أو وضعها في ماكنة التفقيس يبدأ نمو الجنين من جديد حيث يبدأ القرص الجرثومي الموجود على السطح العلوي للصفار بالتوسع الى الاعلى بعد عدة ساعات من الحضانة تاركا بينه وبين سطح الصفار مساحة مملوءة بسائل شفاف تسمى المنطقة الشفافة Area pelucida في حين يمكن ملاحظة المنطقة السفلى للقرص الجرثومي ملتصقة بالصفار وبصورة داكنة ، وتسمى هذه المنطقةالمساحة المعتمة Area opeca . بعد هذه المرحلة تبدأ خلايا الاكتودرم بالنمو الى الداخل مكونة اخدودا طوليا في مركز المنطقة الشفافة يسمى الشريط البدائي primitive streak وذلك عندما تكون البيضة المخصبة قد مضى عليها ١٨ ساعة من فترةالتفريخ كما هو موضح في الشكل رقم (٢ - ٤) . بعد تكوين هذا الشريط بعدة ساعات تبدأ عمليات النمو الجنيني بصورة اسرع وبعمليات اكثر تعقيدا من المراحل السابقة حيث تتكون من منطقة الميزودرم اجسام كثيفة

تسمى Somites لتكون العمود الفقري فيما بعد. فيما يلي ملخص لتطور ونمو جنين الدجاج خلال فترة التفريخ.



شكل (٢-٤). الانقسامات الخلوية لبيضة مخصبة بعد مضي ٨ ساعة من فترة التفريخ.

اليوم الاول وخلال الساعة :

١٦ : دلائل الشبه لجنين الدجاج
١٨ : ظهور القناة الهضمية
٢٠ : ظهور العمود الفقري
٢١ : بداية ظهور الجهاز العصبي
٢٢ : بداية تكوين الرأس
٢٤ : نشوء العيون

اليوم الثاني :

٢٥ : نمو القلب والاوعية الدموية
٣٥ : بداية تكوين الاذان
٤٢ : يبدأ القلب بالضربان

اليوم الثالث :

٦٠ : بداية نشوء الانف

٦٢ : بداية نمو الارجل

٦٤ : نمو الاجنحة واستدارة الجنين نحو جهةاليسار

اليوم الرابع :

بداية تكوين اللسان واكتمال نمو جميع اعضاء الجسم

اليوم الخامس : تمييز الاجهزة التناسلية وتحديد جنس الجنين

اليوم السادس : المنقار وسن البيضة egg tooth يظهران بالشكل الطبيعي

اليوم السابع : يبدأ الجسم بالنمو السريع ووضوح اعضاء الجسم

اليوم الثامن : ظهور مواقع نشوء الريش

اليوم العاشر: تقرن المنقار، ظهور اصابع القدم والحراشف

اليوم الثالث عشر: ظهور ريش الزغب واكتمال تصلب الجهاز العظمي .

اليوم الرابع عشر: استدارة الجنين ليكون الرأس باتجاه النهاية العريضة للبيضة

اليوم السابع عشر: استدارة رأس الجنين ليكون المنقار تحت الجناح الايمن وباتجاه الجزء السفلي للخلية الهوائية .

اليوم التاسع عشر: يبدأ كيس الصفار بالدخول الى فجوة الجسم ويتخذ الجنين الموقع اللازم لكسر قشرة البيضة .

اليوم العشرين : نهاية امتصاص الجسم لكيس الصفار والتحام منطقة السرة ، ودخول المنقار عبر الخلية الهوائية ليبدأ بالتنفس الطبيعي تدريجيا ثم يبدأ الجنين بكسر القشرة تدريجيا .

اليوم الحادي والعشرين : بعد اول كسر في قشرة البيضة بواسطة سن البيضة تستمر العملية لمدة ٢٠ ساعة لحين تحرر الجنين وخروجه من البيضة .

٦ - الاغشية الجنينية الزائدة : Extra embryonic memberanes

تنشأ خلال فترة التفريخ اربعة اغشية جنينية تساعد الجنين في نموه وتطوره على اداء بعض الفعاليات البيولوجية مثل التنفس ، التغذية ، الافراز والحماية ، وقد سميت الاغشية

الزائدة لكونها تؤدي وظائفها خارج جسم الجنين وخلال فترة التفريخ فقط . وهذه الاغشية هي :

١ – كيس الصفار yolk sac : هو الغشاء الذي يحيط بالصفار ويقوم بايصال العناصر الغذائية الممتصة الى الجنين حيث ان لكيس الصفار اتصالاً مباشراً مع الامعاء الدقيقة في جسم الجنين.

٢ – غشاء الامنيون Amnion :كيس شفاف خال من الاوعية الدموية ومملوء بسائل عديم اللون وظيفته حماية الجنين من الصدمات الخارجية التي تتعرض لها البيضة حيث ان هذا الكيس يحيط بالجنين احاطة تامة ويسمح له بالحركة والنمو.

٣ – الالنتويس Allantois : يعد غشاء الالنتويس الجهاز التنفسي للجنين حيث تقوم الاوعية الدموية في هذا الغشاء بتزويد الجنين بالاوكسجين وطرح ثاني اوكسيد الكربون خارج الجسم. يقوم ايضاً غشاء الالنتويس بوظيفة امتصاص الالبومين وتزويدها بجسم الجنين النامي وخزن الفضلات الناتجة من هضم العناصر الغذائية وكذلك امتصاص الكالسيوم من قشرة البيضة لتزويده للجنين. ان وظائف الالنتويس تتوقف عندما يبدأ الفرخ بثقب الفسحة الهوائية وبدئه بتنفس الهواء الحر بالاعتماد على نفسه وذلك بعد اليوم التاسع عشر من فترة النمو الجنيني في الدجاج .

٤ – الكوريون Chorion: يحيط هذا الغشاء كلا من الامنيون وكيس الصفار ويعتقد ان وظيفته تساهم في حماية الجنين. يندمج هذا الغشاء مع الالنتويس وذلك بعد اليوم العاشر من فترة التفريخ في الدجاج ليكون غشاء مشتركاً وهو غشاء عديم الاوعية الدموية بخلاف الالنتويس المندمج معه .

بخصوص تغذية الجنين خلال فترة النمو الجنيني في الدواجن يتم هضم محتويات البيضة من الكاربوهيدرات خلال الاربعة ايام الاولى من فترة التفريخ وذلك لسهولة امتصاصها . من المعلوم ان غشاء الالنتويس يتكون بعد اليوم الرابع من فترة التفريخ فعليه يبدأ الجنين بالاعتماد على البروتين بصورة رئيسة كمصدر للطاقة والنمو ولغاية اليوم التاسع . اما بعد هذه الفترة فان الدهون الموجودة في مكونات البيضة تعد هي المصدر الرئيس لتزويد الجنين بالطاقة .

تمارين الفصل الثاني

٢ – ١ نادراً ما نسمع عن حالات العقم في ذكور الدواجن مقارنة بذكور اللبائن. كيف تفسر ذلك؟.

٢ – ٢ عند توقف بعض اناث دجاج الليكهورن عن وضع البيض، ماذا تتوقع ان يحدث للجهاز التناسلي من حيث الوزن والحجم؟.

٢ – ٣ ما هي الفروقات الرئيسية في عملية تكوين كلا من الكميتات الانثوية والكميتات الذكرية

٢ – ٤ ما هي عدد البيوض المتكونة من انقسام ٥٠٠ بيضة اولية في اناث الدجاج المحلي.

٢ – ٥ لماذا تزداد عدد الايام الممكن فيها الحصول على بيض مخصب من تلقيحه واحدة في الدواجن بازدياد حجم جسم الانثى.

٢ – ٦ لماذا تعتمد اجنة الطيور على محتويات البيضة من الكربوهيدرات لتزويد الجنين النامي بالطاقة خلال الايام الاولى من فترة التفريخ.

الفصل الثالث

الوراثة المندلية Mendelian Inheritance .

ان معرفة الاسس العلمية لتوريث الصفات المظهرية اكتشفت قبل ١٢٥ سنة من قبل الراهب النمساوي كريكور مندل الذي كان يهوى العلوم الطبيعية. اجرى مندل اختباراته الوراثية على نبات البزاليا ونباتات اخرى حيث درس سلوك توارث بعض الصفات المظهرية وانتقالها من جيل الآباء الى جيل الابناء والاجيال اللاحقة ، الى ان نشر نتائج ابحاثه عام ١٨٦٥ . ومن بين الصفات المظهرية التي درسها مندل كانت صفة طول الساق في نبات البزاليا حيث اجرى تلقيحاً بين نبات طويل الساق وآخر قصير الساق كصفة مضادة ولاحظ ان افراد الجيل الاول كانت كلها طويلة الساق. وعندما اجرى مندل تلقيحاً بين نباتات الجيل الاول مع بعضها لانتاج جيلا آخر لاحظ ظهور صفة الساق الطويل بنسبة ثلاثة افراد الى فرد واحد قصير الساق. ومن البديهي ان نباتات الجيل الاول تحوي نصف عواملها الوراثية من الآباء والنصف الآخر من الامهات فعليه لابد وان تكون افراد الجيل الاول هجينة التركيب الوراثي Hybrid وللتأكيد على دلالة التركيب الوراثي الهجين لتلك الافراد اجرى مندل وبطريقة دقيقة وذكية تلقيحاً رجعياً بين نباتات الجيل الاول مع الآباء الحاملة للصفة المتنحية حيث اكدت النتائج فرضيته التي مبدأها ان افراد التلقيح الرجعي Back cross يجب ان تتكون من مجموعتين مظهريتين وبنسبة ٥٠ ٪ لكل فئة مظهرية في حالة ان تكون الافراد الحاملة للصفة السائدة هجينة التركيب الوراثي. من تلك الحقائق للتزاوجات المختلفة استنتج مندل قانونه الاول في التوريث والمعروف حالياً بقانون الانعزال Law of segregation الذي ينص على ان « عاملاً اي زوج من الجينات تنعزل عن بعضها عند تكوين الكميتات » .

تسمى الجينات المتضادة لنفس الصفة بالاليلات Alleles وعليه فان المفهوم الدقيق لقانون الانعزال هو ان كل اليل لاي زوج من الجينات ينعزل ليكون احد الكميتات سواء كانت الافراد نقية او هجينة التركيب الوراثي . وحول اهمية تطابق قانون مندل الاول على بعض الصفات المظهرية في الحيوان فقد القى العالم الوراثي وليم باتسون بحثاً علمياً امام الجمعية الملكية البريطانية للعلوم عام ١٩٠١ شارحاً فيه توارث شكل العرف في الدجاج حيث وجد باتسون ان صفة العرف الوردي في بعض انواع الدجاج سائدة تماماً على صفة العرف المفرد وان السلوك الوراثي لهذه الصفة مطابق تماماً لقانون مندل الاول من حيث النسب المظهرية المتحصل عليها وانعزال الكميتات . ان الالمام بمعرفة الاسس العلمية لفعل الجين ودرجة السيادة يعد امراً مهماً للعاملين في مجال الوراثة والتربية والتحسين الوراثي .
لتوضيح تفاصيل درجة السيادة بين الجينات نفرض ان صفة انتاج البيض في الدجاج تتأثر بزوج واحد من الجينات (ولو ان انتاج البيض صفة معقدة السلوك الوراثي ومحكومة بعدة ازواج من الجينات) وليكن الجين السائد A واليلة المتنحي a هما الجينات المؤثرة على انتاج البيض ، وعليه هنالك احتمال حدوث عدة تراكيب وراثية مختلفة بين افراد المجموعة الواحدة من القطيع . ولو فرضنا ان الفرد النقي التركيب الوراثي للجين السائد A كان انتاجه ٢٢ بيضة بالشهر وان الفرد النقي التركيب الوراثي للجين المتنحي a كان انتاجه ١٢ بيضة بالشهر فان الاداء الانتاجي للافراد الحاملة للتراكيب الوراثية الخليطة بالنسبة لهذا الزوج من الجينات هي التي تحدد درجة السيادة للجين السائد. واجمالاً لذلك ، فان الحالات الآتية توضح درجة السيادة للجين A .

١ - **حالة غياب السيادة No dominance** : وهي الحالة التي تكون فيها انتاجية الافراد الحاملة للتركيب الوراثي الهجين حالة وسطيه تماماً بين انتاجية كلا من الافراد النقية التركيب الوراثي بالنسبة لذلك الزوج من الجينات اي بمعدل ١٧ بيضة بالشهر في مثالنا السابق .

٢ - **حالة السيادة غير التامة Incompelete dominance** : وهذه الحالة عندما يكون الاداء الانتاجي للافراد الحاملة للتركيب الوراثي الهجين اكثر من ١٧ بيضة وأقل من ٢٢ بيضة بالشهر.

اعلاه هنا

٣ – حالة السيادة التامة **Compelete dominance** : في هذه الحالة انتاجية الافراد الهجينة التركيب الوراثي لزوج الجينات المؤثر في الصفة يساوي تماماً انتاجية الافراد التي تحمل التركيب الوراثي السائد بصورة نقية ، اي ٢٢ بيضة شهرياً .

اعلى من الابوين

٤ – حالة فوق السيادة **Over dominance** : هي الحالة التي يكون فيها الاداء الانتاجي للافراد الخليطة التراكيب الوراثية يفوق معدل الانتاج الاعلى للاباء النقية التراكيب الوراثية لزوج الجينات المؤثرة في الصفة ، اي ان انتاج الفرد الخليط في مثالنا هذا اكثر من ٢٢ بيضة بالشهر. وبخصوص الصفات التي تتأثر بزوجين من الجينات ، فقد درس مندل في تجاربه على نبات البزاليا السلوك الوراثي لصفتين متضادتين واستنتج قانون الثاني المسمى بقانون التوزيع المستقل law of independent assortment والذي ينص على ان «ازواج الجينات المختلفة مستقلة في انعزالها وتتوزع بصورة حرة على الكميتات» . وهذا يعني ان فرصة حدوث اليل من اي زوج من الجينات في الكميتة الواحدة لا يؤثر في فرصة حدوث اي اليل من جينات الزوج الآخر. اي بتعبير آخر ان الجينات المسؤولة عن زوجين من الصفات او التعبير المختلف عن صفة واحدة تتوزع بصورة مستقلة وتتحد عشوائياً وبنسب معينة في الكميتات .

Rose comb

في الدواجن ، شكل العرف الوردي هو الشكل القياسي للدجاج الصغير الحجم المسمى بانتامز ولكن يلاحظ احياناً ظهور بعض الافراد ذو عرف مفرد بين افراد هذا النوع من الدجاج . من ناحية اخرى ، لون الريش الاسود والابيض من الصفات الشائعة بين افراد دجاج البانتامز. وعند تزاوج اناث سوداء الريش ذو عرف وردي مع ذكور بيضاء الريش ذو عرف مفرد كانت افراد الجيل الاول جميعها سوداء الريش ذو عرف وردي . وعند السماح لافراد الجيل الاول للتزاوج مع بعضها لانتاج الجيل الثاني كانت النتائج كما يأتي :

٩/١٦ سوداء الريش ذو عرف وردي

٣/١٦ سوداء الريش ذو عرف مفرد

$\frac{3}{16}$ بيضاء الريش ذو عرف وردي

$\frac{1}{16}$ بيضاء الريش ذو عرف مفرد

بافتراض ان الجين R سائد تماماً ومسؤول عن العرف الوردي والبلة المتنحي r مسؤول عن العرف المفرد وان الجين B سائد تماماً ومسؤول عن لون الريش الاسود وآليلة المتنحي b مسؤول عن لون الريش الابيض ، فمن الممكن ملاحظة انعزال الاليلات واتحادها عشوائياً وبنسب معينة للتزاوج السابق.

الآباء	اناث سوداء ذو عرف وردي	×	ذكور بيضاء ذو عرف مفرد	parents
التركيب الوراثي	RRBB		rrbb	Genotype
الكميتات	RB		rb	Gametes
الجيل الاول		RrBb		FI generation

وعند تزاوج افراد الجيل الاول المجينة التركيب الوراثي لكلا الزوجين من الجينات مع بعضها فان احتمال انعزال الجينات واتحادها ثانية ، هو اربعة امثال الاحتمالات عند انعزال زوج واحد من الجينات الاليلية ، اي ان كل فرد يمكن ان يكون أربعة انواع من الكميتات وعليه فان افراد الجيل الثاني تكون اشكالها المظهرية منسوبة الى العدد الكلي الممكن حدوثه من اتحاد الكميتات بصورة عشوائية وكما يلي :

	1 RR	2 Rr	1 rr
1 BB	RRBB	2RrBB	rrBB
2 Bb	2RRBb	4 RrBb	2 Bbrr
1 bb	RRbb	2 Rrbb	rrbb

ومن التراكيب الوراثية لافراد النسل الناتج يلاحظ ان نسبة ظهور الصفات تطابق النسب المندلية لافراد الجيل ٩ : ٣ : ٣ : ١ في حالة توارث زوجين من الجينات من اصل ١٦ بيضة مخصبة حاملة للتركيب الوراثي الهجين لكلا الزوجين من الجينات. وهكذا يتوضح قانون مندل الثاني حيث الجينات المسؤولة عن زوجين من الصفات تتوزع بصورة مستقلة على الكميات وتتحد عشوائياً لتكوين البيضة المخصبة بنسب معينة. اما بخصوص اختبار نقاوة التركيب الوراثي لزوجين من الصفات المضادة فان المبدأ الاساس لا يختلف عن حالة الاختبار الآنفة الذكر بالنسبة لزوج واحد من الجينات حيث يتم تزاوج الافراد المراد اختبار نقاوة الصفة فيها تزاوجاً رجعياً Back cross مع احد الآباء الحامل للصفات المتنحية. وفي حالة ظهور ٤ فئات مظهرية فان هذا يدل على عدم نقاوة التركيب الوراثي للصفات المدروسة.

تفاعل الجينات Gene interaction: اتضح من بعض الدراسات الوراثية لبعض الصفات انه هنالك انحرافات واقعية عن مبدأ قوانين مندل في التوزيع الحر ونسبة ظهور الافراد في الجيل الثاني. بهذا الخصوص، لوحظ من تحليل نتائج التزاوجات المختلفة ان بعض الجينات وضمن توافقات الیلية وغير اليلية معينة تتفاعل مع بعضها لتظهر صفات جديدة لم تكن موجودة في الآباء والامهات مما يؤدي بدوره الى حدوث تحويرات معينة في نسب المجاميع المظهرية بين افراد الجيل الثاني. وهذه الانواع من الجينات يطلق عليها بالجينات ذات الاثر المكمل Complementary genes. في الدواجن العرف الجوزي الشكل Walnut comb يحدث نتيجة لتفاعل زوجين من الجينات غير الاليلية. فمن تجربة العالمين البريطانيين باتسون وبانيت الخاصة بتزاوج افراد من دجاج الوايندوت ذو العرف الوردي مع اخرى من دجاج البراهما ذو العرف البازلائي Pea comb كانت افراد الجيل الاول جميعها ذو عرف جوزي الشكل. وعند تزاوج افراد الجيل الاول مع بعضها لوحظ ظهور اشكالاً متباينة للعرف حيث كان هنالك $\frac{٩}{١٦}$ ذو عرف جوزي، $\frac{٣}{١٦}$ ذو عرف بازلائي، $\frac{٣}{١٦}$ ذو عرف وردي و $\frac{١}{١٦}$ ذو عرف مفرد.

ولتحليل هذه الظاهرة درس باتسون وبانيت تفاصيل وراثة اشكال العرف المختلفة في الدواجن ومن نتائج مسبقة حول شكل العرف اتضح ان كلا من شكل العرف البازلائي والعرف الوردي سائد تماماً على شكل العرف المفرد. ولما كان العرف المفرد متنحياً امام كلا

من العرف الوردي والبزلائي وان الدجاج المستعمل في الاختبار من سلالة واحدة فقد افترض ان التركيب الوراثي للعرف المفرد هو rrpp حيث الجين r متنحي امام الجين السائد R المسؤول عن العرف الوردي والجين p متنحي امام الىلة P المسؤول عن العرف البازلائي . وعليه افترض باتسون وبانيت ان الافراد ذو العرف الجوزي الشكل تركيبها الوراثي بالنسبة لهذه الصفة هو – R – P وان العرف الجوزي هو نتيجة لتفاعل الجينين السائدين R وP. وقد اطلق على حالة تفاعل الجينات غير الىلية بحالة التفوق Epistasis . ويمكن اختصار حقائق ما ورد في تجربة باتسون وبانيت بالتزاوجات الوراثية التالية :

مظهر الآباء	العرف البازلائي	×	العرف الوردي
التركيب الوراثي	rrPP		Rr pp
الجيل الاول		Rr Pp	

	3 R –	1rr
3 P–	9R – P– جوزي	3rrP – بازلائي
1 pp	3R – pp وردي	1rr pp مفرد

افراد الجيل الثاني

وهكذا جاءت افتراضات باتسون وبانيت في تفاعل الجينات وتأثيرها على النسب المظهرية بين افراد الجيل الثاني مطابقة للنتائج المتحصل عليها من الواقع العملي.

١- زوج واحد من الجينات :

كان واضحاً في وراثة الصفات المتأثرة بزوج واحد من الجينات ان الصفة السائدة تظهر بنسبة ٣ : ١ بين افراد الجيل الثاني . وكنتيجة للالمام الدقيق بتفاعل الجينات فقد فسرت ظواهر الانحراف عن هذه النسبة لبعض الصفات على اساس تفاعل الجينات ومن الامثلة الشائعة في الدواجن هي ظاهرة وراثة الدجاج الاندلسي الازرق حيث الحصول على هذه الافراد من تزاوج دجاج اسود اللون مع دجاج ابيض اللون هي نتيجة غياب السيادة التامة فلو رمزنا للجين المسؤول عن اللون الاسود بالرمز bl والجين المسؤول عن اللون الابيض BL يمكن تمثيل التزاوج لافراد الجيل الاول والثاني كما يلي :

Parents	ابيض	×	اسود	الآباء
Genotype	BL BL		bl bl	التركيب الوراثي
F1 generation		BL bl		الجيل الاول
		زرقاء اللون		

الجيل الثاني

parents	اندلسي ازرق	×	اندلسي ازرق	الآباء
Geotype	BL bl	×	BL bl	التركيب الوراثي
F2 generation	BL BL	BLbl	bl bl	الجيل الثاني
	١ أبيض	٢ أزرق	١ أسود	

ومن الظواهر الشائعة لانحراف النسبة المندلية ٣ : ١ في حالة زوج واحد من الجينات هي تأثيرات بعض الجينات المميتة حيث تسبب بعض الجينات بحالتها النقية السائدة والمتنحية هلاك قسم من الافراد خلال مرحلة النمو الجنيني كما هو الحال في الدجاج الزاحف الذي سنتناول تفاصيل وراثة هذه الحالة فيما بعد .

٢ – زوجان من الجينات : سبق ان اشرنا الى ان تفاعل الجينات غير الليليه والمسماة بالتفوق تسبب في تحوير النسبة المندلية ٩ : ٣ : ٣ : ١ بين أفراد الجيل الثاني للصفات المتأثرة بزوجين من الجينات ، ومن حالات التفوق الشائعة في الدواجن هي :

١ – التفوق المتنحي والتفوق السائد Dominant and recessive Ep.

تظهر هذه الحالة كنتيجة لوجود جين مانع Inhibitor gene الذي وجوده في تركيب وراثي معين يمنع تأثير الجينات الاخرى في ذلك التركيب الوراثي . في دجاج الليكهورن الابيض تبين ان سبب اللون الابيض هو وجود جين سائد I يمنع فعل الجين المسؤول عن انتاج صبغة الميلانين في الريش وعليه يسمى هذا النوع من الدجاج بالابيض السائد.

عند تزاوج دجاج الليكهورن الابيض مع دجاج الوايندوت الابيض كانت افراد الجيل الاول كلها بيضاء في حين ان نسبة الطيور البيضاء كانت $\frac{١٣}{١٦}$ الى الطيور الملونة $\frac{٣}{١٦}$ بين افراد الجيل الثاني . ولو افترضنا ان التركيب الوراثي لدجاج الليكهورن الابيض السائد هو CC II وان التركيب الوراثي لدجاج الوايندوت الابيض المتنحي هو ii cc فيمكن تمثيل التزاوجات كما يلي :

الآباء	الوايندوت الابيض	×	الليكهورن الابيض	parents
التركيب الوراثي	iicc		IICC	Genotype
الجيل الاول		IiCc		F1 genera tion:
		جميع الافراد بيضاء		

وبالنسبة لافراد الجيل الثاني كانت التراكيب الوراثية ونسبة حدوثها كالآتي :

			كميتات الآباء والامهات
	1 ii	3 I –	
افراد النسل الناتج	3 ii C –	9 I – C	3 C –
	1 ii cc	3 I – cc	1 cc

ومن تحليل هذه الافتراضات يلاحظ $\frac{١٢}{١٦}$ من الافراد بيضاء اللون نتيجة وجود الجين المانع للصبغة I وهي الحالة السائدة وان فرداً واحداً ابيض اللون ظهر نتيجة وجود التركيب الوراثي ii cc عديم الصبغة وهي حالة متنحية وعليه مجموع الافراد البيضاء هو $\frac{١٣}{١٦}$ وكنتيجة لحالتين من فعل الجينات هي الحالة السائدة والحالة المتنحية لذلك سمي هذا التحوير في النسبة المندلية بحالة التفوق السائد والمتنحي . اما الافراد الملونة والتي نسبتها $\frac{٣}{١٦}$ هي نتيجة وجود الجين السائد المسؤول عن صبغة الميلانين وعدم وجود جين مانع لاظهار هذه الصبغة مما يؤدي الى صفة الريش الملون .

٢ – حالة التفوق المتنحي المزدوج Double recessive epistasis

في هذه الحالة الانحراف في النسبة المندلية هي نتيجة زوج الجينات المتنحية وعدم ظهور فعاليتها بسبب افتقار كل تركيب وراثي الى اليل سائد مسؤول عن اكمال عمليات ظهور الصفة .

عند تزاوج افراد من دجاج الدوركنك الابيض مع افراد من دجاج السيليكي الابيض لوحظ ان افراد الجيل الاول جميعها ملونة وان افراد الجيل الثاني تتكون من $\frac{٩}{١٦}$ افراد ملونة و $\frac{٧}{١٦}$ افراد بيضاء .

اقترح لتحليل هذا السلوك الوراثي ان احد الآباء وليكن السيليكي الابيض سببه جين متنحي يعمل على عدم تكوين صبغه الميلانين على الرغم من احتوائه على الجين السائد المسؤول عن انزيم الاوكسيدوز oxidase enzyme الذي يساعد في تحويل الكروموجين الى صبغه الميلانين. ومن ناحية اخرى ، فقد اقترح ان الآباء الاخرى ولتكن الدوركنك فيه الحالة عكسيه تماماً حيث في تركيبها الوراثي الجين المسؤول عن توفر صبغه الملانين ولكنه يفتقر الى الجين السائد الذي يعمل على اظهار الصبغة مما ادى الى ظهور اللون الابيض . وعند تلقيح هذه الآباء اصبحت الحالة مكملة لاظهار الصبغة بين افراد الجيل الاول اي انها حالة الجينات المكملة للاثر Complementary effact

الآباء	الدوركنك الابيض × الابيض الحريري		parents
التركيب الوراثي	oo CC	OO cc	Genotypes
الجيل الاول	Oo Cc		F1 generation

جميع الافراد ملونه

اما افراد الجيل الثاني تتوزع كما يلي :

كميات الاباء والامهات	3O –	100	
3C –	9O – C –	3C – oo	افراد النسل
1 cc	3O – cc	1 oo cc	الناتج

وكما افترضنا ان الجينات فعلها هو:

O gene ——————————→ oxidase enzyme

C gene ——————————→ chromogen ————————→ melanin

فعليه هنالك بين افراد الجيل الثاني —٩/١٦— تركيبهم الوراثي متكامل لانتاج الصبغة اي افراد ملونين وان —٦/١٦— افراداً بيضاء بسبب نقص احد الجينات السائد لاظهار الصبغة زائداً فرداً واحداً ابيض بسبب زوج الجينات المتنحية.

وهذا التفسير ينطبق تماماً مع النتائج المتحصل عليها عن هذا التزاوج اعلاه. وقد سميت الحالة بالتفوق المتنحي المزدوج بسبب تأثير الجين المتنحي في كل زوج من الجينات المؤثرة في اللون.

٣– التفوق السائد المزدوج Double Dominant Epistasis

يحدث احياناً ان الجين السائد في ازواج الجينات المختلفة لها نفس التأثير على اظهار الصفة السائدة وعليه تكون الافراد الحاملة لزوجين من الجينات المتنحية هي التي تظهر عليها الصفة المتنحية فقط. في الدواجن معظم الانواع الآسيوية يمتد فيها نمو الريش الى نهايات الارجل.

عند تزاوج دجاج اللانكشان الآسيوي ذي الارجل المريشة من دجاج الليكهورن ذي الارجل العارية من الريش كانت افراد الجيل الاول كلها ذات ارجل مريشة وفي الجيل الثاني ظهرت الحالة بنسبة $\frac{١٥}{١٦}$.

لو رمزنا لحالة الارجل المريشة في دجاج اللانكشان بتركيب وراثي يحوي زوجين من الجينات السائدة ولتكن FFSS فعليه يكون التركيب الوراثي لصفة الارجل العارية من الريش في دجاج الليكهورن ffss .

الآباء	الليكهورن ذو الارجل العارية من الريش	× اللانكشان ذو الارجل المغطاة بالريش	parents
التركيب الوراثي	ffss	FF SS	Genotype
الجيل الاول	Ff Ss		F_1 generation
	افراد كلها مريشة الارجل		

وعليه تكون افراد الجيل الثاني كما يلي :

	كميات الاباء والامهات	3 F –	1 ff
افراد النسل	3S –	9F – S –	3 ff S –
الناتج	1ss	3F – ss	1ffss

يلاحظ من هذه الافراد ان كل فرد يحمل احد الجينات السائدة يكون ذا ارجل مريشة وهذه الافراد عددها $\frac{١٥}{١٦}$ في حين ان هنالك فردا واحدا فقط ذو تركيب وراثي متنحي لكلا الزوجين من الجينات . اي ان كلا من الجين F والجين S سائد تماما في اظهار الصفة وعليه سميت الحالة بالتفوق السائد المزدوج .

تمارين الفصل الثالث

٣- ١ ماهو الفرق بين قانون مندل الاول وقانون مندل الثاني .

٣- ٢ ماهو الفرق بين السيادة والتفوق ، اذكر مثالاً على كل حاله .

٣-٣ ماهي الاسباب التي تؤدي الى انحراف نسبة الاشكال المظهرية بين افراد الجيل الثاني من تزاوج آباء وامهات هجينة التركيب الوراثي لزوج واحد من الجينات عن النسبة المندلية ٣ : ١ .

٣- ٤ كيف تفسر ظاهرة الحصول على افراد ملونه الريش من تزاوج آباء وامهات بيضاء الريش .

الفصل الرابع

الوراثة المرتبطة بالجنس Sex – Linked Inheritance

١ – الكروموسومات الجنسية Sex – chromosoms

ذكرنا في الفصل الثاني ان نواة كل خلية جسمية في كل نوع من الاحياء الراقية تحوى عدداً ثابتاً من الكروموسومات وان لكل كروموسوم قرينا مشابها له تماماً بالشكل والحجم. اي ان كل كروموسوم يحدث بحالة زوجية في الخلايا الجسمية. لقد وجد من الدراسات السايتولوجية ان هنالك فروقات بالنسبة لزوج واحد من كروموسومات المجموعة الكرموسومية بين جنس الافراد وان هذه الفروقات اما تشمل الحجم او العدد لهذا الزوج الذي اطلق عليه فيما بعد بزوج كروموسومات الجنس، وتبعا لذلك فقد صنفيت كروموسومات الجنس الى ثلاثة انظمة هي :

١ – نظام XX – XO : وجد العالم البايولوجي الالماني Henking عام ١٨٩١ ان نصف المجموعة الكروموسومية لسبرمات بعض الحشرات تحوي تركيباً اضافياً في النواة اطلق عليه الجسم x. بعد توالي الدراسات التشريحية للخلية لوحظ ان الخلايا الجسمية لاناث الجراد ١٢ زوجاً من الكروسومات في حين أن لخلايا الذكور ١٢ زوجاً زائداً كروموسوم واحد صغير الحجم ليس له نظير ولكنه يشبه بالشكل اعضاء احد ازواج الكروموسومات في الاناث. وبتقدم علم الوراثة اتضح ان هذا الكروموسوم هو الجسم x ويوجد في الذكور فقط وعليه اطلق عليه كروموسوم x واطلق على زوج الكروموسومات المشابهة للكروموسوم x بزوج كروموسومات الجنس xx في الاناث. وعليه سمي هذا النظام من انظمة حدوث الكروموسومات الجنسية بنظام

XX–XO وطبقاً لهذا النظام فان الفروقات بين الكروموسومات الجنسية بين الذكور والاناث اساسها الاختلاف في عدد الكروموسومات بين الجنسين. تسمى الاناث الحاملة لكروموسومات الجنس المتشابهة بالجنس المتماثل الكميات Homogametic sex لانها تنتج كميات من النوع x فقط وتسمى الذكور التي تحوى كروموسوماً واحداً بالجنس غير المتماثل الكميات Hetrogametic sex لانها تنتج نوعين من السبرمات من خلال الانقسام الاختزالي حيث نصف السبرمات المتجه تحوى عدد من كروموسومات مشابهاً تماماً لكروموسومات البيضة والنصف الآخر ينقصها كروموسوم الجنس X والذي يعبر عن حالة النقص بكروموسوم وهمي يطلق عليه كروموسوم O.

٢ **نظام** XX – XY : في الانسان وكافة اللبائن وحشرة الدروسوفيلا هنالك زوج من الكروموسومات احد اعضائه مختلف بالحجم بين الجنسين حيث انه صغير جداً في الذكور. وقد اطلق على هذا الزوج من الكروموسومات بكروموسومات الجنس XY في الذكور وكروموسومات الجنس XX في الاناث. تبعاً لهذا النظام فان جميع البيوض المنتجة تحوى الكروموسوم الجنسي X بينما تنتج الذكور مجموعة من السبرمات نصفها مشابهة تماماً لكروموسومات البيضة ونصفها يحوي الكروموسوم الجنس y. وعليه، فان الاختلافات في كروموسومات الجنس بين الذكور والاناث اساسها في هذا النظام هو الاختلاف في حجم او شكل اعضاء زوج الكروموسومات الجنسية.

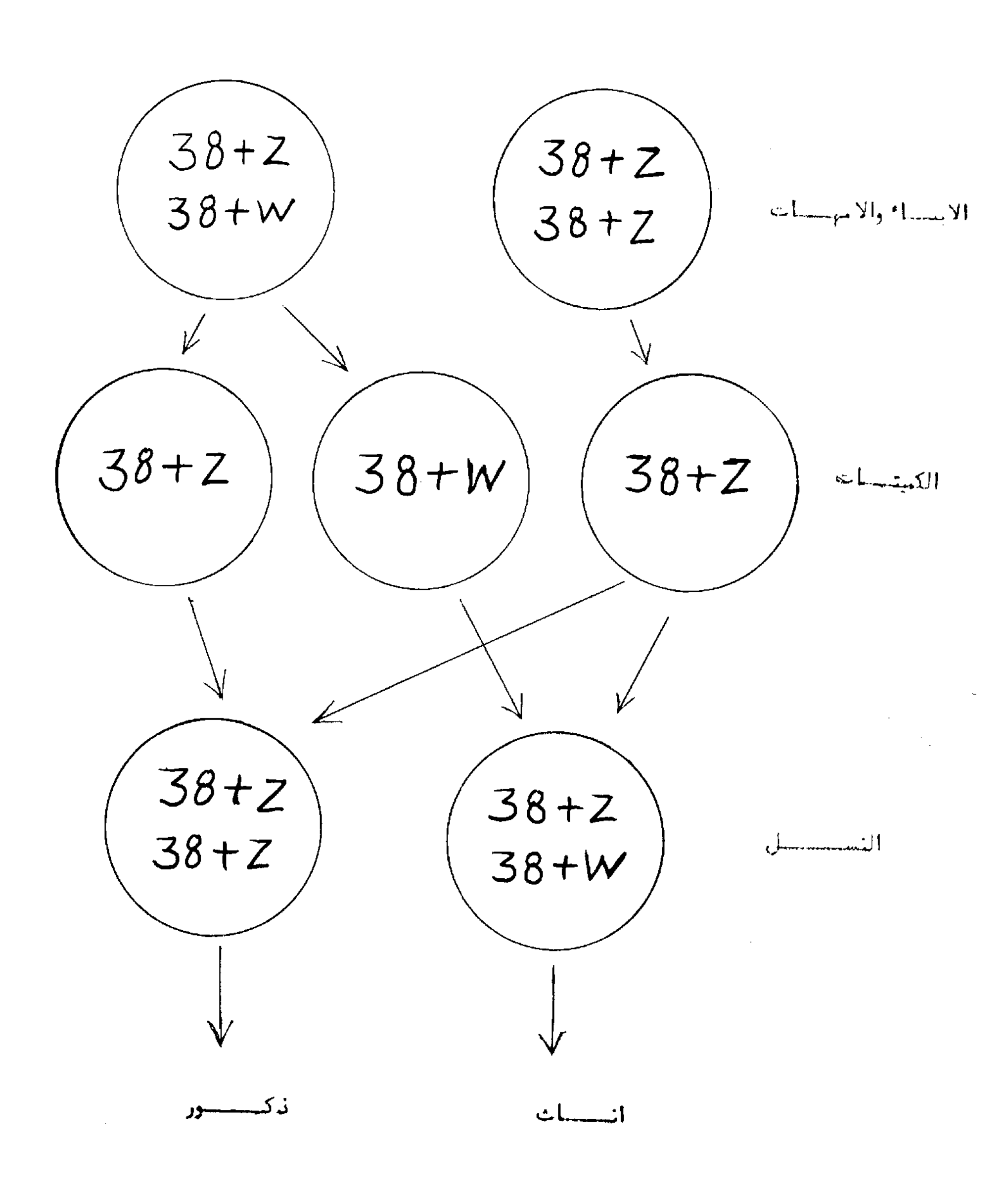
٣– **نظام** ZW – ZZ : في النظامين السابقين الاناث هي الجنس المتماثل الكميات والذكور هي الجنس غير المتماثل الكميات. في هذا النظام يكون الاختلاف بين الجنسين اساسه الفروقات بين عدد الكروموسومات الان الاناث هي الجنس غير المتماثل الكميات اي انها الجنس التي تنتج نوعين من البيوض والذكور تنتج نوع واحد من السبرمات كما هو الحال في الطيور، الفراشات والاسماك. وبالنظر لان الانثى وفق هذا النظام تمثل الجنس غير المتماثل الكميات فقد اتفق على تسميه كروموسومات الجنس في الاناث بكروموسومات ZW وفي الذكور بكروموسومات ZZ. ومن حيث المبدأ فان الكروموسوم الوهمي W في الاناث يوازي من حيث التسمية الكروموسوم الوهمي O في الذكور.

فيما يلي جدول يوضح عدد ازواج الكروموسومات الجسمية المعبر عنها بالارقام اضافة الى زوج كروموسومات الجنس المعبر عنه بالاحرف لبعض ذكور واناث طيور المزرعة .

الاسم العام	عدد ازواج الكروموسومات ذكور	اناث
١ – الدجاج الاليف	38 + ZZ	38 + ZW
٢ – الدجاج الرومي	40 + ZZ	40 + ZW
٣ – البـط	39 + ZZ	39 + ZW
٤ – الحمـام	39 + ZZ	39 + ZW

٢ – تحديد الجنس Sex Determination

في الدواجن ، تنتج الاناث نوعين من البويضات نصفها حاملة للكروموسوم الجنس Z التي اذا لقحت من قبل الحيمن الحامل لكروموسوم الجنس Z تتطور الى افراد ذكور. من ناحية اخرى فان النصف الآخر من البيوض الحاملة للكروموسوم الوهمي W عند تلقيحها بالحيامن تتطور الى افراد اناث . ويمكن توضيح ذلك كما في المخطط التالي :


38+Z
38+W
38+Z
38+Z
الاباء والامهات
38+Z
38+W
38+Z
الكميتات
38+Z
38+Z
38+Z
38+W
النسل
ذكور
اناث

٣- وراثة الصفات المرتبطة بالجنس Sex – Linked Inheritance

الصفات المرتبطة بالجنس هي الصفات التي تتأثر في الجينات الواقعة على الكروموسوم الجنسي Z ويظهر اثرها في جنس دون آخر وذلك لعدم وجود اليلات لها على الكروموسوم الوهمي W في كميتات الاناث. بخصوص توارث هذه الصفات ، سوف نتناول تفاصيل السلوك الوراثي والاهمية الاقتصادية لاهم الصفات المرتبطة بالجنس في الدواجن.

١ . **صفة الريش المخطط** : ان صفة الريش المخطط كما هو شائع في بعض سلالات البليموث روك والليكهورن الرمادي فان الصفة هي نتيجة ظهور اشرطة عرضية بيضاء على الريشة خالية من صبغة الميلانين المسؤولة عن التلوين. وقد وجد من نتائج التربية ، ان صفة الريش المخطط هي نتيجة لفعل جين سائد مرتبط بالجنس يرمز له B. وتكمن الاستفادة الاقتصادية من هذه الصفة حيث انه عند اجراء التزاوج الصحيح يمكن تميز جنس الافراخ الفاقسة والاحتفاظ بالاناث لتربيتها لغرض انتاج البيض وتوجيه الذكور لانتاج اللحم او التخلص منها . ولغرض توضيح كيفية تميز جنس الافراخ نفرض انه اجرى التزاوج التالي بين ذكور الرود ايلاندرد غير المخططة واناث البليموث روك المخططة.

parents	اناث مخططة	ذكور غير مخططة	الآباء
Genotype	Z^BW	Z^bZ^b	التركيب الوراثي
Gametes	Z^B W	Z^b	الكميتات
F1 generation	Z^BZ^b	Z^bW	الجيل الاول
	ذكور مخططة	اناث غير مخططة	

يلاحظ هنا ان صفة الام انتقلت الى جميع ابنائها الذكور وان صفة الاب انتقلت الى جميع الافراد الاناث ويسمى هذا النوع من السلوك الوراثي للصفات المرتبطة بالجنس بالوراثة التصالبية Crisscross inheritance.

السؤال الآن ، هل نستطيع الاستفادة من هذا الجين لتجنيس افراخ الجيل الثاني؟

parents	ذكور مخططة ×	اناث غير مخططة	الآباء
Genotype	Z^BZ^b	Z^bW	التركيب الوراثي
	Z^B	Z^b	الكميات

	Z^B	Z^b
Z^b	Z^BZ^b ذكور مخططة	Z^bZ^b ذكور غير مخططة
W	Z^BW اناث مخططة	Z^bW اناث غير مخططة

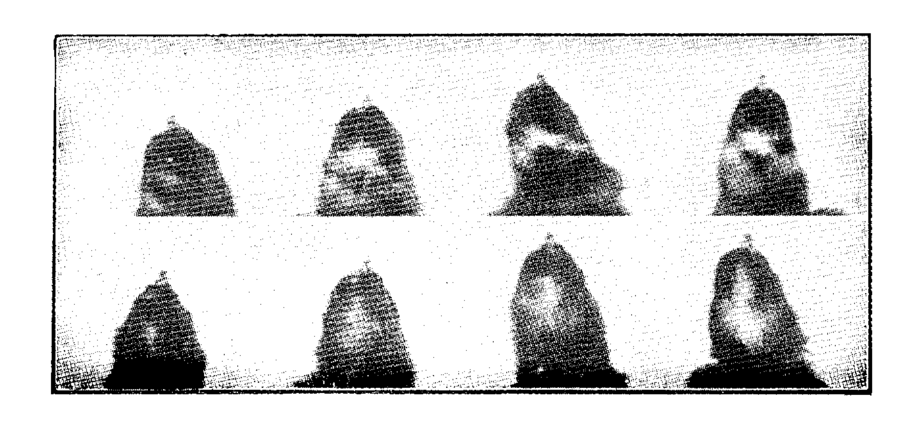
يلاحظ ان صفة الريش المخطط تظهر في كلا الجنسين وبنسب متساوية ، اي انه لايمكن تميز الجنس اذا كانت الذكور حاملة للجين السائد وبتركيب وراثي هجين. الآن ، لو تزاوجت ذكور بليموث روك المخطط والنقية التركيب الوراثي مع اناث الرودايلاندرد غير المخططة.

parent	اناث غير مخططة	ذكور مخططة ×	الآباء
genotype	Z^bW	Z^BZ^B	التركيب الوراثي
Gametes	Z^bW	Z^B	الكميات
	Z^BZ^b ذكور مخططة	Z^BW اناث مخططة	الجيل الاول

وبالنسبة لافراد الجيل الثاني

	Z^B	Z^b
Z^B	Z^BZ^B	Z^BZ^b
W	Z^BW	Z^bW

يتضح جلياً من التزاوجات الاربعة السابقة انه لغرض تميز الجنس عند الفقس فانه يجب توفر سلالتين من الدجاج وفيها سلالة الامهات تحمل الجين السائد المرتبط بالجنس . ومن ناحية تميز جنس الافراخ عند الفقس فان تأثير الجين السائد B المسؤول عن لون الريش المخطط ينتج عنه صفة اخرى يستعان بها لتميز الجنس وهي ان الافراخ الحاملة لهذا الجين تمتلك بقعة صغيرة بيضاء في منطقة الرأس بالنسبة للطيور ذات الريش الزغبي الداكن او بقعة داكنة على قلنسوة الرأس ايضاً في الطيور ذات الريش الزغبي الاصفر اللون وكما هو موضح في الشكل ٤-١.



شكل (٤-١) يوضح البقعة الصغيرة البيضاء المرتبطة في الجنس لافراخ البليموث روك المخطط. وبالنسبة لافراد الجيل الثاني

٢- صفة التريش البطيء Sex – linked Slow feathering

ان نمو وكثافة الريش على جسم الطير يختلف كماً ونوعاً خلال فترة حياة الطير. فعند الفقس يغطي جسم الافراخ ريشاً ناعم Down feathers الذي ينمو الى نوع آخر يسمى الريش النامي Juvenile plumage وهذا بدوره ينمو ليكون ريش الجسم البالغ adult plumage . كذلك فان نمو الريش اعلى الجسم يكون بتسلسل منتظم ابتداء بريش الاجنحة الرئيس والثانوي Primaries and secondaries ثم ريش منطقة الاكتاف والارجل واخيراً ريش منطقة الصدر . ان سرعة نمو الريش تختلف تبعاً لعوامل بيئية وعوامل وراثية حيث لنوع وسلالة الطيور تأثير واضح على سرعة التريش خاصة في الاعمار المبكرة. فقد وجد ان الانواع الخفيفة من الدجاج مثل الليكهورن والمنوركا ينمو فيها الريش بدرجة اسرع من الانواع الثقيلة مثل البليموث روك والنيوهمشاير. اما بالنسبة لتأثير عامل الجنس ، فقد وجد في بعض انواع الدواجن ان التريش البطيء Slow feathering يعود الى فعل جين مرتبط بالجنس وسائد تماماً على أليلة المتنحي المسؤول عن التريش السريع Rapid feathering.

ويمكن ملاحظة الفروقات الناتجة عن فعل هذين الجينين بين الأفراخ عند عمر عشرة ايام حيث تمتاز الطيور الحاملة للجين المتنحي بحالته النقية بنمو ريش الاجنحة الواضح

والممتد الى منطقة الذيل وكذلك فان ريش الذيل يصل الى اكثر من انج عند هذا العمر مقارنة بالافراد الحاملة للجين السائد (المسؤول عن الترييش البطيء) حيث لايظهر فيها نمو ريش الذيل بوضوح وان طول ريش الاجنحة ، بالمقارنة ، اقل بكثير من الافراد السريعة الترييش.

ولكي تكمن الاستفادة الاقتصادية من التمييز بين الجنس لابد من دراسة الفروقات في نمو الريش بين الافراد السريعة والافراد البطيئة الترييش عند عمر يوم واحد. وبهذا الخصوص فقد وجد Warren 1930 b. ان هنالك سلسلة من الفروقات في نمو ريش الاجنحة بين الافراد السريعة والبطيئة الترييش بعد الفقس مباشرة. فقد لوحظ ان ريش جناح الافراد ذات الترييش السريع يحوي ستة من كل من الريش الرئيسي والريش الثانوي ، اضافة الى ان الريش النامي في قاعدة ريش الجناح والمسمى بالكواسي Coverts يبلغ طوله ثلثي طول ريش الاجنحة. اما الافراد ذو الترييش البطيء فان عدد ريش الاجنحة الرئيس والثانوي اقل من ستة وأن ريش الكواسي يكون بنفس طول ريش الجناح.

بخصوص الاستفادة الملموسة من هذه الحقيقة في تجنيس الافراخ الفاقسة فانه يتم تزاوج امهات تحمل الجين السائد المسؤول عن الترييش البطيء والذي يرمز له K وآباء تحمل الجين المتنحي k وكما يأتي :

الآباء	ذكور سريعة الترييش ×	اناث بطيئة الترييش	parents
التركيب الوراثي	Z^kZ^k	Z^KW	Genotype
الجيل الاول	Z^KW	Z^KZ^K	F1 generation
	اناث سريعة الترييش	ذكور بطيئة الترييش	

وعليه يمكن الاستفادة من الجين المتنحي k المسؤول عن الترييش السريع حيث يحتفظ بالاناث لانتاج البيض وتستبعد الذكور لاغراض اخرى. ان هذا النظام في التمييز بين الجنسين عند الفقس يستعمل حالياً في معظم دول امريكا الجنوبية حيث تستعمل دجاج الليكهورن لانتاج البيض.

كما اشرنا سابقاً ، ان الانواع الخفيفة من الدجاج يكون فيها نمو الريش اسرع من الانواع الثقيلة الا انه مازالت هنالك بعض سلالات دجاج الليكهورن ذات سرعة تريش بطيئة ، وبذا يتحقق الغرض بالاستفادة من هذا الجين عند تزاوج افراد من هذه السلالات مع سلالات اخرى سريعة التريش. هنالك حقيقة اخرى لفعل الجين المتنحي k حيث بحالته النقية يؤدي الى زيادة في سرعة نمو الجسم مقارنة بالافراد ذات التّريش البطئ.

٣ - الريش الفضي والذهبي Silver and Gold plumage

ان اللون الفضي واللون الذهبي للريش يعد وصفاً للريش الناعم Down لكافة انواع وسلالات الدجاج الملون ماعدا الدجاج الابيض الناصع كاليكهورن الاسود الداكن والمنوركا الاسود حيث يتغلب فيها اللون الابيض على اللون الفضي واللون الاسود على اللون الذهبي.

بصورة عامة ، يشمل الدجاج الفضي الانواع الاتية :

الوايندوت الفضي المقلم ، البليموث روك الفضي المقلم ، الهامبورك الفضي والدوركنك الفضي.

اما الدجاج الذي يمتاز بلون الريش الذهبي فهو يشمل : الرودايلاندرد ، الساسكس الاحمر ، الليكهورن البني الكورنش الغامق ، الوايندوت الذهبي.

ان اصل اللون الذهبي للريش الناعم يعتقد انه ينحدر من دجاج الغاب الاحمر البري وان اللون الفضي اساسه دجاج الغاب الرمادي.

اللون الفضي يتأثر بجين سائد مرتبط بالجنس يرمز له S واليله المتنحي ، s يؤدي الى ظهور اللون الذهبي في الريش الناعم.

من الناحية العملية فان الاستفادة من هذا الجين في تمييز الافراخ عند الفقس يكاد ان يكون معدوماً وذلك بسبب الجدوى الفقيرة جداً في التحسين الوراثي لانواع الدجاج الفضي باستثناء دجاج البليموث روك المخطط الذي اجريت عليه تحسينات وراثية لغرض الانتاج الاقتصادي. ولما كان البليموث روك يمتلك الجين المرتبط بالجنس والمسؤول عن صفة الريش المخطط فان تجنيس الافراخ في هذا النوع من الدجاج يتم على اساس تلك الصفة ومايرافقها من صفات اخرى عند الفقس كما اسلفنا سابقاً.

بصورة عامة ولغرض نجاح تجنيس الافراخ عند الفقس فانه يتم تزاوج امهات تحمل الجين السائد مع ذكور تحمل الجين المتنحي وكمايلي :

الآباء	ذكور ذهبية ×	اناث فضية	parents
التركيب الوراثي	Z^sZ^s	Z^SW	genotypes
الجيل الاول	Z^sW	Z^SZ^s	F1 generation
	اناث ذهبية	ذكور فضية	

٤ . الدجاج القزم Sex – liked dwarfism

ان صفة وزن او حجم الجسم في الدواجن هي من الصفات التي تتأثر بعدد كبير من الجينات اضافة الى تأثير الظروف البيئية. الا انه وجد في بعض انواع الدجاج زوج من الجينات المرتبطة بالجنس تؤثر في نمو الجسم في الاعمار المتقدمة ، ومن الدراسة التي اجراها العالم الوراثي Hutt عام ١٩٤٩ على وراثة وزن الجسم وجد ان هنالك جيناً متنحياً ومرتبطاً بالجنس رمز له dw يؤدي الى صغر حجم الجسم مقارنة بالافراد الحاملة للجين السائد DW الذي يؤدي الى حالة النمو الطبيعي للجسم . وقد لوحظ ان الذكور الحاملة للتركيب الوراثي النقي للجين المتنحي تكون اقل وزناً من الافراد الطبيعية بحوالي ٤٠ ٪ والاناث الحاملة لنفس التركيب الوراثي تكون اقل وزناً من الاناث الطبيعية بحوالي ٣٠ ٪ . وعليه اطلق على الدجاج المتأثر بهذا الجين بالدجاج القزم dwarf. والجدير بالذكر انه لاتأثير سلبياً لهذا الجين على كفاءة الذكور التناسلية ومعدل عمر النضج الجنسي للاناث.

من ناحية اخرى فان تأثير الجين dw على وزن الجسم لايظهر بين الافراد الحاملة له بوضوح حتى عمر ٨ اسابيع وعليه لايمكن استغلاله في تميز الافراخ عند الفقس. هذا وقد بدأ العاملون في تربية وتحسين الدواجن في الآونة الاخيرة بالتركيز على الاستفادة من الجين المسؤول عن صفة الدجاج القزم وذلك عن طريق التوفير في كميات العلف المستهلكة من قبل قطعان امهات دجاج اللحم حيث يمكن الحصول على افراد طبيعية النمو ومن كلا الجنسين من تزاوج امهات صغيرة الحجم مع ذكور طبيعية وكما هو موضح في التزاوج التالي :

الآباء	ذكور طبيعية ×	اناث صغيرة	Parents
التركيب الوراثي	$Z^{Dw}Z^{dw}$	$Z^{dw}W$	Genotypes
الجيل الاول	$Z^{Dw}W$	$Z^{Dw}Z^{Dw}$	F1 generation
	اناث طبيعية	ذكور طبيعية	

وهكذا وكما يلاحظ من مظهر الافراد الناتجة من هذا التزاوج فان طيور الجيل الاول تحمل جميعها الجين السائد Dw المسؤول عن النمو الطبيعي حيث يمكن تربيتها لغرض انتاج اللحم.

تمارين الفصل الرابع

٤ – ١ ماهي الفروقات الرئيسية في انظمة تحديد الجنس في الحيوانات.

٤ – ٢ ماهي عدد الكروموسومات في حيامن ذكور الدجاج المحلي.

٤ – ٣ ماهي عدد كروموسومات الجنس في حيامن ذكور الدجاج المحلي.

٤ – ٤ كيف يمكن الاستفادة من الصفات المرتبطة بالجنس في تمييز جنس الافراخ عند الفقس.

٤ – ٥ كيف يمكن الحصول على افراد طبيعي الحجم في الاعمار المتقدمة من تزاوج امهات قزم مع ذكور طبيعية في بعض انواع الدجاج.

٤ – ٦ ماهي اهم صفة مرتبطة بالجنس يمكن الاعتماد عليها في تميز جنس الافراخ في دجاج البيض ، ولماذا.

الجينات المميتة Lethal Genes

الجينات المميتة هي الجينات التي وفق تركيب وراثي معين تؤدي الى هلاك الكائن الحي اما في مراحل مختلفة من مراحل النمو الجنيني او بعد الفقس. في الدواجن، هنالك اكثر من ٢٤ جينا مميتا تختلف في درجة سيادتها على اليلاتها الطبيعيين وفعلها في حياة الكائن الحي.

تصنف الجينات المميتة في الدواجن كما في سائر حيوانات المزرعة الى حالتين بالنسبة لدرجة تأثيرها على حياة الجنين او الفرد وكما يلي:

١ - الجينات ذو التأثير المميت المطلق Obligate lethal genes

هذه الجينات تاثيرها مميت بصورة حتمية وبغض النظر عن توفر الظروف البيئية المثالية لنمو وتطور الجنين، ومن اهم هذه الجينات هي:

١ . الالتصاق Stickness lethal gene, sy

هي حالة التصاق الجنين بقشرة البيضة الداخلية نظرا لزيادة كثافة سوائل اغشية الالنتويس والامنيون وعدم امتصاصها من قبل الجنين خلال الاسبوع الاخير من فترة التفقيس. وقد وجد ان الحالة هذه تعود الى تأثير جين متنحي sy بالحالة النقية يؤدي الى عدم مقدرة الجنين من استهلاك الصفار باكمله ونفوق الاجنة خلال الاربعة ايام الاخيرة من الفقس. عند تزاوج آباء وامهات هجينة التركيب الوراثي للجين Sy كانت نسبة الافراخ الفاقسة الى نسبة الاجنة الملتصقة تعادل ٣ : ١ وهي النسبة المندلية لزوج واحد من الجينات عندما تكون السيادة تامة، للجين الطبيعي sy في هذه الحالة.

٢ · الدجاج الزاحف Creeper lethal gene, Cp

يطلق على الافراد المصابة بهذه الطفرة وبالحالة الهجينة بالدجاج الزاحف ذلك لان الارجل قصيرة وسميكة مقارنة بالدجاج الطبيعي. هنالك بعض سلالات الدجاج التي تمتاز ايضا بقصر الارجل مثل Japanese Bantams ولكنها ليست كنتيجة لهذه الطفرة. بصورة عامة ان صفة قصر الارجل لها اهميتها عند الهواة من مربي الدواجن كحالة مختلفة من الدجاج الطبيعي.

إن الحالة المميتة لقصر الارجل سببها جين سائد يرمز له Cp يؤدي الى هلاك الاجنة في الحالة النقية CpCp خلال الاسبوع الاول من فترة التفقيس كما هو شائع في الدجاج الامريكي. أما الافراد الهجينية التركيب الوراثي فهي التي يطلق عليها بالدجاج الزاحف حيث يؤدي الجين Cp بحالته الهجينية الى قصر عظم القصبة tibia وزيادة سمك عظم الشظية fibula

وكنتيجة لهذه الانحرافات المورفولوجية فإن ارجل الطيور الزاحفة تظهر اقصر من مثيلاتها الطبيعية بمعدل ٢٥٪. وقد وجد من الدراسات الفسلجية للاجنة الهالكة والحاملة للجين المميت ان السبب الرئيس لموت الاجنة هو التخلف العام في نمو الجنين وعدم تطور جهاز الدوران بالشكل الطبيعي.

تعد صفة الدجاج الزاحف من الامثلة الشائعة على تحوير النسبة المندلية بين افراد الجيل الثاني لزوج واحد من الجينات كما هو مبين من التزاوج التالي:

الآباء	ذكور زاحفة	×	اناث زاحفة	parents
التركيب الوراثي	Cp cp		Cp cp	Genotypes
الجيل الثاني	cp cp	Cp cp	Cp CP	F2 generation
	١ طبيعي	٢ زاحف	١ مميت	

يلاحظ ان نسبة الافراد في الجيل الثاني هي ١ طبيعي الى ٢ زاحفة بسبب عدم ظهور الافراد ذي التركيب الوراثي Cp Cp الى الحياة.

٣ . الكورنش القصير الارجل Short-legged Cornish lethal, CL.

في دجاج الكورنش المربى لغرض المهارشة الذي يمتاز بوزن الجسم الثقيل ، تكون فيه الارجل قصيرة وسميكة بالنسبة لحجم الجسم وتعد هذه الحالة طبيعية ومن خواص النوع. وجد بين افراد هذه السلالة طفرة مميتة سببها جين سائد يؤدي الى قصر عظام منطقة رسغ ومشط القدم tibio-tarsus and tarso -metatarsus ويرمز له Cl يؤدي الى هلاك الاجنة بالحالة النقية خلال الايام الاخيرة من فترة الفقس. يصاحب هذا التشوه في عظام الارجل قصر في الاجنحة وعدم نموها بالحالة الطبيعية مما يجعل الجنين غير قادر على اتخاذ الوضع الطبيعي له داخل البيضة وبالتالي عدم مقدرته على كسر قشرة البيضة.

٤ . الرقبة المعقوفة Crooked-neck dwarf, cn

الاجنة المصابة بهذه الطفرة يظهر عليها تخلف في النمو الجنيني بعد اليوم العاشر من فترة التفريخ مصحوبا بصلابة المفاصل وعدم تطور عضلات pectorial وعضلات الاطراف بصورة عامة ، الجهاز العضلي متخلف بالنمو مما يسبب حالة الرقبة المعقوفة وهلاك الاجنة قبل موعد الفقس بعدة ايام. سبب الحالة جين متنحي يرمز له cn.

٥ . المنقار المفقود missing mandible, md

يبدأ أثر هذه الطفرة حال تكوين المنقار خلال فترة النمو الجيني حيث لوحظ عدم تكوين المنقار السفلي مصحوبا بقصر المنقار العلوي وعدم التحام عظام الجمجمة بالشكل الطبيعي. سبب هذه الطفرة جين متنحي يرمز له md يؤدي الى هلاك الاجنة خلال مراحل مختلفة من النمو الجنيني.

٦ . الاجنحة المفقودة Wingless lethal gene, wg

الاجنة المصابة بهذه الطفرة الوراثية كنتيجة لفعل جين متنحي يرمز له wg تفتقد الى الاجنحة بصورة تامة او تكون فيها الاجنحة اثرية. يصاحب هذه الحالة ازدواج أصابع الأرجل او فقدانها والاجنة المصابة تموت عند عمر اسبوع من النمو الجنيني.

٧ . تشوه الأجنة Micromelia, ttff

الاجنة المتأثرة بهذه الطفرة تكون فيها عظام القصبة tibia وعظام الفخذ femur وعظام القدم tarso-metatarsus اقصر من طولها الحقيقي,وقد وجد ان سبب هذه الطفرة هو زوجان من الجينات المتنحية التي تسبب هلاك الاجنة في الايام الاخيرة من فترة التفريخ. عند تزاوج الافراد الهجينة التركيب الوراثي مع بعضها كانت نسبة الافراد المشوهة والهالكة هي ١ لكل ١٥ فردا طبيعيا وهي النسبة الناتجة بفعل زوجين من الجينات المتنحية.

٨ . العمود الفقري المشوهة Talpid lethal, ta

إن تأثير هذه الطفرة هو احداث تشوهات في العمود الفقري وعدم انتظام موقع الاحشاء الداخلية وخلو الجسم من الريش الناعم. سببها جين متنحي يرمز له ta يؤدي الى هلاك الاجنة في الاسبوع الاول من فترة التفريخ.

٢- الجينات المميتة الشرطية Facultative lethal Genes

إن فعل هذه الجينات هو احداث حالة من عدم التوازن البايولوجي لوظائف بعض الاعضاء في الفرد المصاب ، وإن نسبة من الافراد المصابة يمكنها العيش بمساعدة الانسان ومثال على ذلك حالة الطيور المصابة بالعمى الوراثي حيث يمكنها العيش في ظل مساعدة المربي لها وتوفير الغذاء والماء. ومن اهم الجينات الشائعة في هذا الخصوص :

١ . المنقار الأعلى القصير Short Upper beak, su

هذه الطفرة سببها جين متنحي يرمز له su يؤدي الى قصر المنقار العلوي وبعض التخلف في النمو الجنيني ، وبامكان قسم من الاجنة المصابة ان تفقس طبيعيا ويمكنها العيش ووصول مرحلة البلوغ الجنسي والانتاج بصورة اعتيادية. الا أنه لوحظ ان نسبة الهلاكات بين الافراد المصابة بهذه الطفرة اعلى من نسبة الهلاك بين الافراد الطبيعين نظرا لصعوبة الافراخ المصابة من تناولها الغذاء كنتيجة للتشوه الحاد في المنقار.

٢ . الدجاج العاري Naked, n

الافراخ المصابة بهذه الطفرة تكاد تكون عارية من الريش الناعم بسبب جين متنحي يرمز له n. ويمكن ملاحظة الحالة المظهرية عندما تكون الافراخ بعمر أربعة أسابيع حيث كثافة الريش على الجسم تصل في بعض الافراد الى الصفر.

يصاحب هذه الحالة بعض التورمات في قواعد نمو الريش f ollicles المملوءة بالدم الفاسد مما يدل على عدم مقدرة الريش على النمو. لوحظ ان لهذا الجين تأثيرا على حيوية الاجنة حيث يتسبب في هلاك حوالي نصف الاجنة الحاملة للتركيب الوراثي nn. أما الافراخ الفاقسة تظهر فيها نسبة الهلاك عالية تصل الى ٦٠٪ عند عمر خمسة اسابيع. ولكن يمكن خفض نسبة الهلاك هذه بتوفير الحرارة اللازمة عند مستوى ظهر الافراخ والغذاء المتوازن والمحتوى على طاقة حرارية عالية.

٣ . العمى Blindness

الافراخ المصابة بهذه الطفرة تفقس وهي عمياء وتبقى هكذا طوال فترة حياتها. سبب هذه الحالة جين متنحي غير مرتبط بالجنس. تستطيع الافراخ الفاقسة العمياء من الوصول الى عمر النضج الجنسي وان تضع بيضا يتناسب مع المعدل العام للانتاج اذا تلقت مساعدة من المربي بتوفير العلف والماء. قد تلاحظ هذه الحالة بين افراخ دجاج الليكهورن وبعض الانواع الخفيفة بصورة اكثر من غيرها.

٤ . الفك القصير Short mandible, sm

في هذه الحالة يكون الفك السفلي للافراخ الفاقسة نصف طوله الحقيقي مع تشوه مصاحب في شكل اللسان سببها جين متنحي يرمز له sm. وقد وجد ان حوالي نصف الاجنة المصابة بهذه الطفرة تكون غير قادرة على الفقس.

أما الافراخ الفاقسة فيمكنها العيش بصورة طبيعية بعد قطع نصف المنقار العلوي خلال الاعمار المبكرة لتمكنها من غلق الفم بصورة طبيعية.

٥ - غياب بعض الريش Apterylosis, Ap

تعرف الـ apteria بانها المساحات الخالية من الريش على جلد الطائر وعليه فإن حالة الـ Apterylosis هي حالة وجود بعض المساحات الجسمية الخالية من الريش نتيجة لاختزال عدد من قواعد نمو الريش المسماة pterylae . وعليه يظهر الفرد المصاب بدرجات متفاوتة في نمو الريش على الجسم. سبب هذه الحالة طفرة وراثية سائدة تماما. وقد وجد من بعض التزاوجات والاختبارات الوراثية لهذه الطفرة ان منطقة الافخاذ في الطيور لاتتأثر بفعل هذا الجين. لوحظت هذه الحالة بنسبة أكبر بين دجاج الرودايلاند الاحمر مقارنة مع بقية انواع الدواجن الاخرى.

واجمالا لما تقدم ، يمكن الاستنتاج بان الجينات المميتة لها تأثيرات مختلفة على حيوية الاجنة والافراخ المصابة وخلال مراحل مختلفة من مراحل النمو الجنيني وحياة الافراخ. كذلك يمكن الاستنتاج بأن درجة تأثر الفرد المصاب بالطفرة الوراثية قد تختلف باختلاف فعل الجين ودرجة سيادته ففي الدجاج الزاحف فإن الجين السائد يسبب الهلاك الحتمي في الحالة النقية للتركيب الوراثي المسبب للمرض في حين ان التركيب الوراثي الهجين يؤدي الى صفة الارجل القصيرة. من ناحية اخرى وعندما تكون الطفرة سببها جين متنحي كما في حالة الاجنة الملتصقة stickness فإن التركيب الوراثي النقي للجين المتنحي يسبب الهلاك وان وجوده مع الجين السائد يؤدي الى الحالة الطبيعية. وبخصوص الجينات المرتبطة في الجنس والتي لها تأثير مميت فهذا بدوره يؤدي الى الانحراف في النسبة الجنسية بين الافراخ الفاقسة.

اما عن كيفية التخلص من الجينات المميتة فهذا يتبع سلوك الجين المميت ، حيث اذا كان فعل الجين السائد ذا تأثير ملحوظ على الافراد كما في الدجاج الزاحف فيمكن استبعاد الافراد الخليطة التركيب الوراثي مباشرة. وفي حالة كون الجين المميت مرتبطا بجنس الافراخ يتم استبعاد الذكور التي يثبت فيها نقل الجين الى ابنائه وكذلك التخلص من جميع افراد نسله من الاناث لضمان عدم انتقال الحالة الى الاجيال اللاحقة. خلاصة للقول فان موضوع الجينات المميتة ليس لها اهمية كبيرة من الناحية الاقتصادية في مشاريع صناعية الدواجن الكبيرة وذلك بسبب إن البيض المتحصل عليه مصدره من قطعان منتخبة وراثيا وتبعا لبرامج التربية والتحسين الوراثي التي يصاحبها عزل التراكيب الوراثية الرديئة.

وراثة لون الجلد وصفات الريش

Inheritance of skin Coloration and plumage characteristics

لون الجلد : Skin Coloration

إن لون الجلد في الدواجن هو نتيجة لوجود صبغة الميلانين Melanin او صبغة الكزانثوفيل Xanthohyl اوكليها معا. والميلانين هي مادة بروتينية معقدة التركيب تتكون من قبل خلايا الميلانوفور Melanopheres وبفعل انزيم مؤكسد Oxidase enzyme على مادة الكروموجين Chromogen التي تتحول بفعل الاكسدة الى صبغة الميلانين. اما صبغة الكزانثوفيل التي تركيبها الكيمياوي $C_{40}H_{56}O_2$ فهي متوفرة في نباتات الذرة، الجت والاعلاف الخضراء وغيرها وكذلك توجد في دهن الجسم والبيض وجلد بعض انواع الطيور. في الدجاج، لون الجلد الاصفر يعتمد على توفر صبغة الكاروتين وان اللون الداكن سببه توفر صبغة الميلانين في طبقات الجلد. اما اللون الابيض للجلد فيعود الى غياب تلك الصبغات وبفعل جين سائد يمنع ترسيب صبغة الكاروتين ويرمز لهذا الجين بالرمز W، وكذلك كنتيجة لفعل جين سائد مستقل عن الجين الاول ويرمز له Id المرتبط بالجنس والذي يمنع ظهور صبغة الميلانين في طبقة الادمة Dermis. وهكذا فإن لون الجلد في الدواجن يتوقف على وجود احد هذين الجينين اوكليها معا في طبقات الادمة والبشرة Epidermis وكما هو موضح في الجدول ٦ – ١.

والجدير بالذكر ان لون الجلد الاصفر هو من خواص انواع الدجاج الامريكي في حين ان لون الجلد الابيض هو من خواص معظم انواع الدجاج الانكليزي.

جدول رقم (٦ – ١) : وراثة لون الجلد في الدواجن .

ميلانين البشرة	صبغة الكاروتين	التركيب الوراثي	لون الجلد	نوع الدجاج
١ . في حالة غياب الميلانين من طبقة الادمة .				
غائبة	غائبة	IdId WW	ابيض	الاربنكتون
غائبة	موجودة	IdId ww	اصفر	الليكهورن الاسود
٢ . في حالة وجود صبغة الميلانين في طبقة الادمة				
غائبة	غائبة	idid WW	وردي	الهمبورك
موجودة	غائبة	idid WW	غامق	الهمبورك الاسود
غائبة	موجودة	idid ww	اصفر	بترگب
موجودة	موجودة	ididi ww	غامق	ساماترا الاسود

وراثة لون البيض :

ان لون البيض في الدواجن هو حالة وراثية مطلقة ومن صفات اصناف الدجاج المختلفة وكما يأتي :

١ – **اللون البني** : سببه صبغة تسمى Ooporphrin تنتج في منطقة الرحم لتضاف الى قشرة البيضة خلال الاربع ساعات الاخيرة من تكوينها كما هو الحال في بيض دجاج النيوهمشاير الامريكي ودجاج الكورنش الانكليزي .

٢ – **اللون الازرق الخفيف** : سببه صبغة تسمى Oocyan مصدرها الغدة الصفراء Bile كما هو شائع في بيض دجاج الاروكانا Arocana المنتشر في أقطار أمريكا الجنوبية .

٣- **اللون الابيض**: سببه إنعدام أياً من الصبغات الآنفة الذكر كما في بيض دجاج الليكهورن الابيض.

تشير الدراسات والملاحظات المظهرية الى وجود حالة ارتباط تام بين لون فص الاذن ear Lobe ولون البيض المنتج حيث أن الدجاج ذو فص الاذن الابيض يضع بيضاً أبيض اللون، وبخلاف ذلك يكون لون البيض بني بدرجات متفاوتة أو أزرق باهت تبعاً للنوع.

صفات الريش: **plumage characteristics**

يقصد بصفات ريش الدواجن بالتباين الواضح في لون وشكل وسرعة نمو الريش في الانواع المختلفة من الطيور. وتعد صفة لون الريش من الصفات المهمة في الدواجن لكونها تمثل القاعدة الاساس للتميز بين الانواع والاصناف المختلفة. ان لون الريش يعود اما لمقدرة بعض المركبات الكيمياوية الموجودة في خلايا البشرة مثل الميلانين واللايبوكروم من امتصاص بعض الموجات الضوئية واظهار الريش بألوان معينة أو أن اللون سببه التركيب الدقيق لسطح طبقات تلك الصبغات والذي باستطاعته فصل وتحوير مكونات الضوء الابيض وتحويلها الى ألوان أخرى. وعلى وجه العموم فان توفر صبغة الميلانين في الريش هي أهم عامل يؤدي الى ظهور اللون. ان صبغة الميلانين هي مادة بروتينية مشتقة من الحامض الاميني التايروسين وتتكون نتيجة لسلسلة من التفاعلات الانزيمية والاكسدة في خلايا الميلانوبلاست وخلال اليوم السابع من فترة النمو الجنيني. من ناحية أخرى، فان شكل حبيبات صبغة الميلانين له علاقة بلون الريش حيث وجد أنه عندما تكون أجزاء صبغة الميلانين بيضوية ودقيقة ينتج عن ذلك اللون الاسود، الرمادي والبني، وعندما تكون أجزاء الصبغة حبيبية مستديرة ينتج اللون الاحمر، أما اللون الابيض للريش فهو نتيجة عدم ترسيب حبيبات صبغة الملانين في خلايا البشرة. والجدير بالذكر ان وجود وشكل دقائق صبغة الميلانين هما حالة وراثية مطلقة. وفيما يلي شرح مفصل عن كيفية توارث الوان الريش الرئيسية في الدواجن.

١- اللون الابيض السائد:

سبق ان أشرنا في موضوع تحوير النسبة المندلية بين أفراد الجيل الثاني للصفات المتأثرة بزوجين من الجينات الى أن لون الريش الابيض السائد هو نتيجة لفعل جين سائد يرمز له

I ، يمنع الجينات المسؤولة عن ترسيب صبغة الميلانين من أن تؤدي فعلها كما هو الحال في دجاج الليكهورن ، المنوركا ، الوايندوت والبليموث روك الابيض . لوحظ من تزاوج أفراد الليكهورن الابيض مع بعض أنواع دجاج المهارشة الهندي أن أفراد الجيل الاول كانت جميعها بيضاء وان أفراد الجيل الثاني ظهرت بنسبة ٣ بيضاء الريش الى ١ داكن ، وعليه فان الجين المانع لاظهار الصبغة السوداء هو المسؤول عن اللون الابيض . من ناحية أخرى ، عند تزاوج أفراد من دجاج الليكهورن الابيض مع أخرى من دجاج الرود ايلاندرد لوحظ ظهور بعض الريش الاحمر بين أفراد الجيل الاول . وفي تجربة أخرى لدراسة السلوك الوراثي للون الابيض تم تزاوج ذكور البليموث روك الاسود مع اناث الليكهورن الابيض وقد لوحظ ان صفة الريش المخطط انتقلت من الامهات الناتجة من هذا التزاوج الى جميع أبنائها الذكور في الاجيال اللاحقة . وعليه إستنتج من نتائج تلك التزاوجات المختلفة أن لون الريش الابيض في دجاج الليكهورن والانواع الاخرى يجب أن يحوي التركيب الوراثي I-C-B في الذكور والتركيب الوراثي I-C-BW في الاناث .

٢ - **اللون الابيض المتنحي** : في هذه الحالة لون الريش الابيض سببه جين متنحي يمنع بحالته النقية ظهور اللون ، كما في دجاج الدوركنك الابيض نتيجة لعدم توفر صبغة الميلانين . وعليه فان وجود أي جين آخر يؤدي الى ظهور اللون ليس له تأثير بسبب فقدان مادة الصبغة أصلاً . هذا وقد دلت التجارب على أن اللون الابيض المتنحي يرافقه جينات مسؤولة عن اللون الذهبي ، الفضي ، المخطط المرتبط بالجنس وصبغات أخرى لا يظهر تأثيرها بسبب فعل الجين المتنحي في الحالة النقية المسبب لفقدان الصبغة المسؤولة عن ظهور اللون .

٣ - **اللون الابيض الألبانيو** : سبب هذه الحالة هو طفرة وراثية أدت الى وجود تركيب وراثي لزوج من الجينات المتنحية في بعض افراد دجاج البليموث روك الأبيض . الطيور المصابة بهذه الطفرة لاتمتلك الصبغات الملونة للريش مطلقاً . وتميز الافراد البيضاء الريش كنتيجة لهذه الطفرة عن النوعين السابقين بميل الطيور المصابة بالالبانيو الى الانزواء في أماكن مظلمة بعيداً عن مصادر الضوء وأشعة الشمس . وكذلك تكون حلقات العين لتلك الافراد بيضاء اللون .

٤ – **اللون الاسود**: هنالك العديد من السلالات والانواع ذات الريش الاسود مثل الجيرسي، السوماترا، الهمبورك، الليكهورن، المنوركا، الاوربنكتون والوايندوت وغيرها. لون الريش الاسود يعود الى فعل جين سائد متخصص لانتاج صبغة الميلانئين ويرمز له بالحرف C والى جين سائد آخر يعمل على توزيع الصبغة الى جميع مناطق الجسم بصورة متساوية ويرمز له بالحرف E. لوحظ من تزاوج أفراد دجاج الليكهورن البنية اللون مع ذكور اللانكشان السوداء اللون ان افراد الجيل الأول جميعها سوداء وأفراد الجيل الثاني ظهرت بنسبة ٣ أفراد سوداء الى ١ بني وعليه استنتج ان زوجاً من الجينات مسؤول عن توزيع الصبغة والذي يرمز له بالتركيب الوراثي.

٥ – **اللون الاحمر**: من الملاحظ أنه باستثناء دجاج الليكهورن الاحمر عدم وجود أنواع أخرى من الدجاج الاحمر الصادة حيث أن الانواع الحمراء اللون مثل الرود ايلاندرد، النيوهمشاير والساسكس الاحمر تمتلك ريشاً أسود في مناطق الاجنحة والذيل وبصورة أوضح حول منطقة الرقبة في ذكور تلك الانواع. وحول كيفية توارث لون الريش الاحمر فقد وجد من تزاوج أفراد الرود ايلاندرد ذو الريش الاحمر الداكن مع أفراد من سلالة أخرى تمتاز باللون الاحمر الخفيف ان النسل الناتج ذو ريش أحمر بدرجة متوسطة اللون عن ريش الآباء والامهات وان أفراد الجيل الثاني تباينت فيها درجة إحمرار الريش تبايناً ملحوظاً مما يدل عن أن هذه الصفة خاضعة لفعل الجين المضيف للأثر. وقد وجد أيضاً أنه بالامكان تميز جنس الافراخ الفاقسة في بعض أصناف الرود ايلاندرد والنيوهمشاير حيث ان الافراخ الاناث تمتلك بقعة سوداء فوق قاعدة الرأس أو حزمة سوداء على طول منطقة الظهر.

٦ – **الكولومبي**: هنالك ٥ أنواع من الدجاج المصنف تبعاً للنظام الكولومبي Colombian pattern وهي الليكهورن، البليموث روك، الوايندوت، البراهما والساسكس الكولومبي. وتبعاً لهذا النظام في لون ريش الجسم فان الافراد البالغة تكون بيضاء اللون ماعدا الرقبة في الاناث ومؤخرة الجسم في الذكور والاجنحة والذيل حيث توفر عدة ريشات سوداء اللون. يعود هذا النظام في لون الريش الى جين سائد مرتبط بالجنس يرمز له S معبراً عن اللون الفضي وجين آخر متنحي يرمز له e يعمل على تحديد إنتشار اللون في منطقة الرقبة، الاجنحة والذيل. وقد لوحظ من تزاوج ذكور النيوهمثلير الحاملة للتركيب

الوراثي $ee\ Z^sZ^s$ مع إناث في سلالات الدجاج الكولومبي ذي التركيب الوراثي $ee\ Z^SW$ ان ذكور الافراخ الفاقسة كلها ذو نظام ريش كولومبي وان الاناث تراوح لون الريش فيها بين الاحمر الخفيف واللون الذهبي.

٧- **الريش ذو الحافات الشريطية** : هنالك عدة أنواع من الدجاج فيه حوافي الريش ملونة بلون مخالف للون الريشة الداخلي Lacing وعادة يكون لون الاطراف أسود كما في دجاج الوايندوت الذهبي والاندلسي الازرق. تعود هذه الحالة الى فعل جين متنحي يرمز له la.

٨- **اللون المقلم** : الريش المقلم pencilling فيه كل ريشة تحوي خطاً واحداً أو أكثر تختلف في لونها عن لون الريشة الداخلي كما في دجاج الكورنش الداكن ودجاج الكوشن والبليموث روك الفضي المقلم. تمتاز أفراد الدجاج المقلم بأن الاناث البالغة تحوي ريش الذيل أسود اللون وان الذكور ريشها غير مقلم. وحول وراثة هذه الصفة فلم يحدد سلوكها الوراثي بدقة تامة بالنظر للتباين الكبير الذي يمكن مشاهدته في الدجاج ذي الريش المقلم المختلف الانواع.

٩- **الريش المخطط غير المرتبط بالجنس** : هذا النوع من الريش المخطط ليس له علاقة بكروموسومات الجنس حيث تعود الصفة الى وجود خطوط عريضة سوداء اللون وتظهر على الاناث والذكور على حد سواء وسببها جين متنحي ربما يحدد من انتشار اللون الاسود في كل ريشة بصورة تامة. تنتشر هذه الصفة بين دجاج الهامبورغ المقلم الفضي والذهبي.

١٠- **الريش المرقط** : تظهر كل ريشة بلون مرقط نتيجة عدم توفر الصبغة السوداء في نهايات عدد كبير من ريش الجسم كما هو شائع في دجاج الانكونا والهونداز المرقط. والملاحظ في الدجاج المرقط ان ريش الاجنحة والذيل تكون بيضاء اللون في حين ان حوالي $\frac{٢}{٣}$ ريش بقية اجزاء الجسم تكون نهاياته خالية من الصبغة السوداء. تعود صفة الريش المرقط الى فعل جين متنحي يرمز له mo.

١١ - الريش المبقع : تبعا لهذا النظام نهايات الريشة تكون سوداء اللون وعلى شكل حرف V وتسمى الحالة Spangling في حين ان بقية اجزاء الريشة تكون بيضاء في انواع الدواجن الفضية كما في دجاج الهامبورغ الذهبي تعود الحالة الى فعل جين سائد جزئيا يرمز له Sp. وعليه فأن الافراد الخليطة التركيب الوراثي لهذه الصفة يظهر عليها التلوين بدرجة اقل من الافراد النقية التركيب الوراثي للجين السائد. وقد لوحظ ايضا ظهور الصفة بصورة اكثر وضوحا في الذكور عن باقي الاناث ، وهذا ربما يرجع الى فعل بعض الهرمونات الانثوية التي تزيد من كمية الريش الاسود وعليه تمنع ظهور الصفة بصورة تامة.

من الملاحظ انه هنالك تباينا في معدل نمو الريش تبعا لمناطق الجسم المختلفة ، نوع الريش ، عمر الطيور، السلالات والظروف البيئية للطيور والحالة الغذائية. كذلك الظروف البيئية ونوع الغذاء يؤثران في درجة نمو الريش حيث يساعد توفر الحرارة والرطوبة المناسبة والعليقة الحاوية العناصر الغذائية المتزنة وخاصة البروتين على سرعة التريش. من ناحية اخرى فإن نمو الريش يتناسب مع سرعة نمو جسم الطير تناسبا طرديا وبدرجة ارتباط تصل الى ٢٥٪ عندما تكون الافراد بعمر ٨ اسابيع.

اما بخصوص تأثر سرعة التريش بالجينات الواقعة على كروموسومات الجنس ، فقد سبق ان اشرنا الى وجود جين متنحي مرتبط بالجنس k يؤدي الى التريش السريع في بعض سلالات الدواجن الخفيفة كالليكهورن مثلا. ان لنمو الريش السريع فائدة اقتصادية خاصة في الدجاج المخصص لانتاج اللحم لذا فأن هذه الصفة تعد احد الصفات المهمة المشمولة في برنامج التحسين الوراثي والانتخاب. اما بالنسبة للتباين في شكل الريش ونظام توزيعه على الجسم وبضع التشوهات فأن اهم هذه الحالات هي :

١ - الريش المجعد : Frizzle plumage,F

يعد شكل الريش المجعد من الصفات التي تميز انواع الدجاج وتصنفه الى سلالات خاصة. من الناحية المورفولوجية ، يظهر الريش وكأنه نام باتجاه الامام من جسم الطائر بسبب التفاف جزء ساق الريشة الى الاعلى وزيادة سمك الشعر المتشعب من القصبة والشعيرات المتشعبة منه مما يجعل الريشة منتصبة الى الاعلى أو متجهة الى الامام. تعود

ظاهرة الريش المجعد الى فعل جين سائد جزئيا يرمز له بالحرف F . من ناحية اخرى ، فقد دلت نتائج الاختبارات الوراثية لهذه الصفة الى وجود زوجا من الجينات المتنحية mf mf يعمل على تحوير درجة تجعيد الريش للتغلب في فعلها الوراثي على تأثير الجين السائد F . ففي الافراد الحاملة للتركيب الوراثي FFmf mf درجة تجعيد الريش فيهم اقل مما في الافراد التي تركيبها الوراثي FF Mf Mf ، في حين ان الافراد الحاملة للتركيب الوراثي الخليط بالنسبة للجين السائد F تميل اكثر الى المظهر الطبيعي . وقد وجد ان الافراد الحاملة للجين F تتأثر فسلجياً حيث تفقد الكثير من قابليتها على العزل الحراري وان حجم القلب فيها اكبر عن ما هو في الطيور الطبيعية بحوالي ٢٥٪ .

٢ – الريش الحريري Silky plumage,h

يمتاز الدجاج الذي يعود الى هذه السلالة بالمظهر الصوفي الناعم وذلك لانعدام نصل الريش المنبسط وضعف وقصر قصبة كل ريشة وعدم انتظام تماسك شعر وشعيرات الريش وخلوه من الشعيرات الدقيقة مما يؤدي الى غياب مظهر النصل للريش واظهار الطير بالمظهر الحريري . سبب هذه الحالة جين متنحي يرمز له h .

٣ – الريش المنسل : Frayed plumage,fr

تظهر حالة الريش المتهرئ أو المنسل على الافراد بتقدم العمر نتيجة لعدم نمو شعيرات الريش بالشكل الطبيعي وعدم تماسك الشعر المتشعب من القصبة مع الشعيرات مما يؤدي الى ظهور حالة الريش المتهرئ . يعود سبب هذه الحالة الى فعل جين متنحي يرمز له fr .

٤ – الريش الانثوي : Hen-feathered males,llf

سبق ان اشرنا الى ان هنالك تباينا ملحوظا في شكل الريش بين ذكور واناث النوع الواحد حيث يكون الريش في الذكور البالغة جذاب وفيه ريش منطقة الرقبة والذيل طويل متدل وذو نهايات مدببة أما ريش منطقة الظهر فيكون منجلي الشكل . الا انه وجد في بعض سلالات الدجاج غياب هذه الفروقات كما في دجاج البانتامز الصغير الحجم بعروقه

الذهبية والفضية حيث تمتلك الذكور ريشا يشبه من ناحية التكوين والمظهر الخارجي الريش الانثوي ، وعليه سميت ذكور هذه الانواع بالذكور ذي الريش الانثوي . تعد صفة الريش الانثوي من الصفات المتأثرة بالجنس حيث ان التباين في شكل الريش الذكري سببه جين سائد يرمز له Hf يتأثر فعله ببعض افرازات الغدد الجنسية لكلا الجنسين حيث لوحظ عند ازالة الخصيتين من ذكور هذه السلالات ادى الى تطور الريش الذكري الطبيعي عليها . ويمكن تلخيص صفة الريش الانثوي على ذكور بعض سلالات الدواجن بالجدول رقم (٦ – ١) .

جدول رقم (٦ – ١) : يوضح تأثير الجنس على مظهر الريش الانثوي

التركيب الوراثي	المظهر الخارجي للريش	
	ذكور	اناث
Hf Hf	ريش انثوي	ريش انثوي
Hf hf	ريش انثوي	ريش انثوي
hf hf	ريش ذكري	ريش انثوي

٥ – تشوه ريش الطيران Fliqht lessness, Fl

الطيور المصابة بهذه الطفرة الوراثية عديمة القدرة على الطيران بسبب التكسر المستمر لريش الاجنحة والذيل خلال حياة الطائر. يصاحب هذه الظاهرة تخلف في النمو خاصة بعد الاسبوع الرابع من العمر. ان السبب الرئيس لتكسر الريش هو عدم مقدرة جسم الطائر على تمثيل عنصر البروتين بصورة طبيعية خاصة الحامض الاميني السستين. من الناحية الوراثية ، وجد ان سبب هذه الحالة هو جين سائد تماما يرمز له Fl يؤدي الى هلاك الاجنة بحالته النقية وعليه الافراد المصابة بهذا التشوه يجب ان تكون حاملة للتركيب الوراثي الهجين Flfl .

٦- الريش الاشعث : Ragged plumage,

تظهر حالة الريش الاشعث أو الخشن على الطيور بعد عمر ١٢ اسبوعا حيث ينعدم ظهور ريش الاجنحة أو انها تكون قصيرة جدا ومشوهة مما يجعل الطير يظهر بالمظهر الريش الخشن. سبب هذه الحالة جين متنحي تماما امام الجين المسؤول عن الحالة الطبيعية.

٧- الرقبة العارية من الريش : Nacked neck,Na

ينتشر الدجاج ذو الرقبة العارية من الريش في جميع انحاء العالم. ويصاحب الرقبة العارية من الريش حالة عدم وجود الحويصلات الخاصة بنمو الريش على جلد الرقبة ليظهرها مجعدة وسميكة ويظهر عليها الاحمرار الداكن عند النضج الجنسي. سبب هذه الحالة جين سائد يرمز له Na.

٨- ريش القلنسوة : Crest

يظهر على بعض انواع الدواجن الريش المنتصب وعلى شكل تاج أو قلنسوة امام منطقة الرأس كما في سلالات الدجاج الحريري، البولوني والهونداس. ومن الناحية التشريحية، تظهر الحالة كنتيجة للتشوه في نمو الجزء الامامي للجمجمة وبدرجات متفاوتة مما يدل على ان هذا الانحراف سببه اكثر من زوج واحد من الجينات.

٩- اللحية والزوائد الريشية : Muffs and Beared, MB

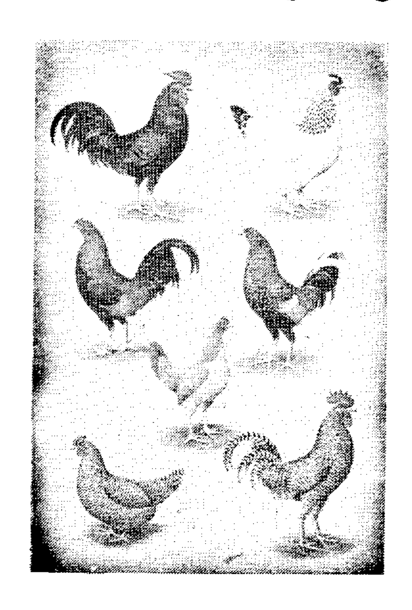
هي حالة وجود خصلات من الريش على جانبي الوجه وتحت المنقار السفلي بسبب تأثير جين سائد يرمز له MB كما في طيور الهونداس وبعض انواع الدجاج البولوني.

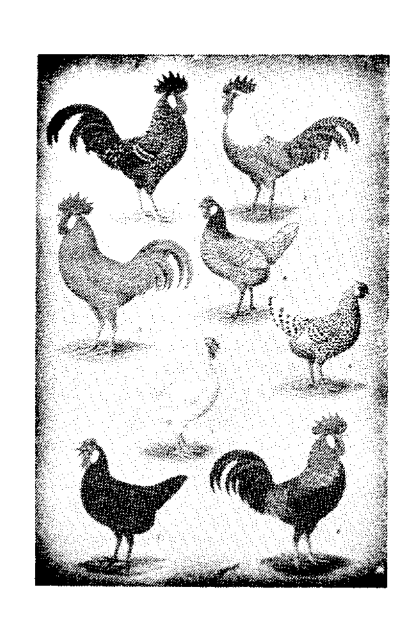
نمو الريش : Feathers growth

يطلق على الريش المغطى لجسم الافراخ الفاقسة بالريش الناعم Down feathers حيث يلاحظ نعومة الريش عدا بعض ريشات الاجنحة التي تبدأ بالتكوين والنمو خلال وبعد اليوم الثالث عشر من فترة النمو الجنيني في الدجاج. وريش الاجنحة هذا يختلف من

حيث العدد والطول عند الفقس باختلاف السلالات حيث يلاحظ سرعة نموها في افراخ السلالات الخفيفة كالليكهورن مقارنة بريش اجنحة افراخ السلالات الثقيلة مثل الرودايلاندرود. بعد عمر ٤ اسابيع يكون ريش الجسم واضحا ويسمى ريش الافراخ Chick feathers لينمو الى الريش البالغ adult الذي يغطي جميع اجزاء الجسم عند وصول الطيور الى عمر ١٢ اسبوعا.

الصور التوضيحية التالية تبين الوان الريش في انواع الدجاج المختلفة.





تمارين الفصل السادس

١.٦ تختلف انواع الدجاج من حيث لون الجلد ، ماهي العوامل التي تؤدي الى تباين هذه الصفة .

٢.٦ كيف يتم توارث لون البيض في الانواع المختلفة للطيور.

٣.٦ هل يختلف توارث لون الريش الابيض باختلاف انواع الدواجن .

٤.٦ ماذا يقصد بالدجاج الكولومبي والدجاج المجعد الريش .

٥.٦ تزاوج ذكر من نوع البانتامز ذو الريش الانثوي هجين التركيب الوراثي مع مجموعة من الاناث هجينة التركيب الوراثي ايضا ، ماهي نوع الافراد الناتجة من هذا التزاوج بالنسبة للصفة .

الفصل السابع

وراثة شكل العرف والارجل المشوهة

Inheritance of comb shape and feet distortions

اولا : شكل العرف :

ان شكل العرف الاصلي للدجاج البري ، باستثناء دجاج غابات جاوة ، هو العرف المفرد الكبير الحجم والمنتصب على قمة الرأس . الا انه خلال المراحل التاريخية لاستئناس ذلك الدجاج لابد ان حدثت عدة طفرات وراثية صاحبها حالة انتخاب طبيعي أو حدثت من قبل الانسان ادت الى نشوء اشكال مختلفة من العرف في الدواجن تم على اساسها تصنيف الدجاج الحالي المختلف الانواع الى سلالات وعروق مختلفة .

من الناحية البايولوجية ، فقد وجد ان العرف يبدأ بالتكوين خلال اليوم السابع من فترة النمو الجنيني في الدجاج . وقد لوحظ عدم توازي نمو العرف في الطيور الفاقسة في كلا الجنسين حيث يكون النمو اسرع في الذكور بحيث يمكن تمييز الجنس بين الطيور على اساس حجم العرف عند الاسبوع السادس من العمر.

من ناحية اخرى ، هنالك عوامل بيئية تؤثر في درجة نمو العرف منها فترة الاضاءة ودرجة الحرارة حيث وجد ان نمو العرف يتناسب عكسيا مع طول فترة الضوء وطرديا مع درجة حرارة البيئة الواقعة ضمن الدرجة المناسبة للتربية .

من الناحية الادارية للدواجن تعد صفة العرف الكبير الحجم مشكلة ادارية بسبب تعرض نهايات العرف للانجماد في الجو البارد شتاءا في حالة تواجد الطيور خارج المساكن كما هو الحال في دجاج اللكهورن ذات العرف المفرد الكبير الحجم . وفي ظروف التربية الحديثة حيث يحتفظ بالدجاج البياض في اقفاص وبكثافات مختلفة فأن العرف الكبير

الحجم يعد وسيلة لتبذير المواد العلفية . ولتجنب هذه الحالات الادارية غير المرغوبة فأنه بالامكان استئصال العرف Dubbing في الاعمار المبكرة بوساطة الجراحة البسيطة . اما بخصوص اشكال العرف المختلفة والشائعة في الدجاج الحالي فهي كما يأتي :

١ – العرف المفرد : Single Comb

العرف المفرد مسطح الشكل وكبير الحجم في الذكور ويتراوح وزنه بين ٦٠ – ٨٠ غم في الذكور البالغة . وللعرف المفرد النموذجي ٤ – ٦ نهايات مسننة وهذه تعد حالة وراثية مطلقة . يتأثر شكل العرف المفرد بزوج واحد من الجينات المتنحية وان لنوع الطيور تأثيرا على الحجم حيث يكون العرف المفرد في الطيور الثقيلة كالبليموث روك اصغر حجما منه في الانواع الخفيفة كالليكهورن .

٢ – العرف الوردي : Rose comb

يشبه العرف الوردي البراعم الوردية الكبيرة الحجم ويختلف حجمه باختلاف السلالات ، حيث يكون اكبر حجما في دجاج الليكهورن الخفيف ويحوي عددا اكثر من الحليمات papillae بالمقارنة مع دجاج الوايندوت مثلا .

ان شكل العرف الوردي هو نتيجة لتأثير جين سائد على العرف المفرد ويرمز له بالرمز R وعليه لايمكن تمييز الافراخ الخليطة تماما عن الافراخ النقية التركيب الوراثي لشكل العرف الا بوساطة الاختبار الرجعي حيث يتم تزاوج الفرد المراد اختبارتركيبه الوراثي مع فرد ذي عرف مفرد والحصول على ١٠ – ١٢ فرخا ، وبمجرد ظهور فرخ واحد ذي عرف مفرد يستدل على ان الفرد المختبر خليط التركيب الوراثي .

٣ – العرف الباسلائي : Pea comb

يظهر العرف الباسلائي على شكل سلسلة متوازية من الاعراف المفردة الصغيرة الحجم تشترك بقاعدة واحدة ولكل منها نهايات دقيقة . يعتبر العرف الباسلائي صفة مميزة لسلالات دجاج الكورنش الهندي ، البراهما ، السامترا وانواع اخرى . العرف الباسلائي يتأثر بجين سائد جزئيا P حيث الافراد النقية التراكيب الوراثية يكون العرف فيها ذات

ثلاث نهايات الوسطية منها بارزة في حين الافراد الخليطة يكون الشكل الباسلائي فيها اقل وضوحا.

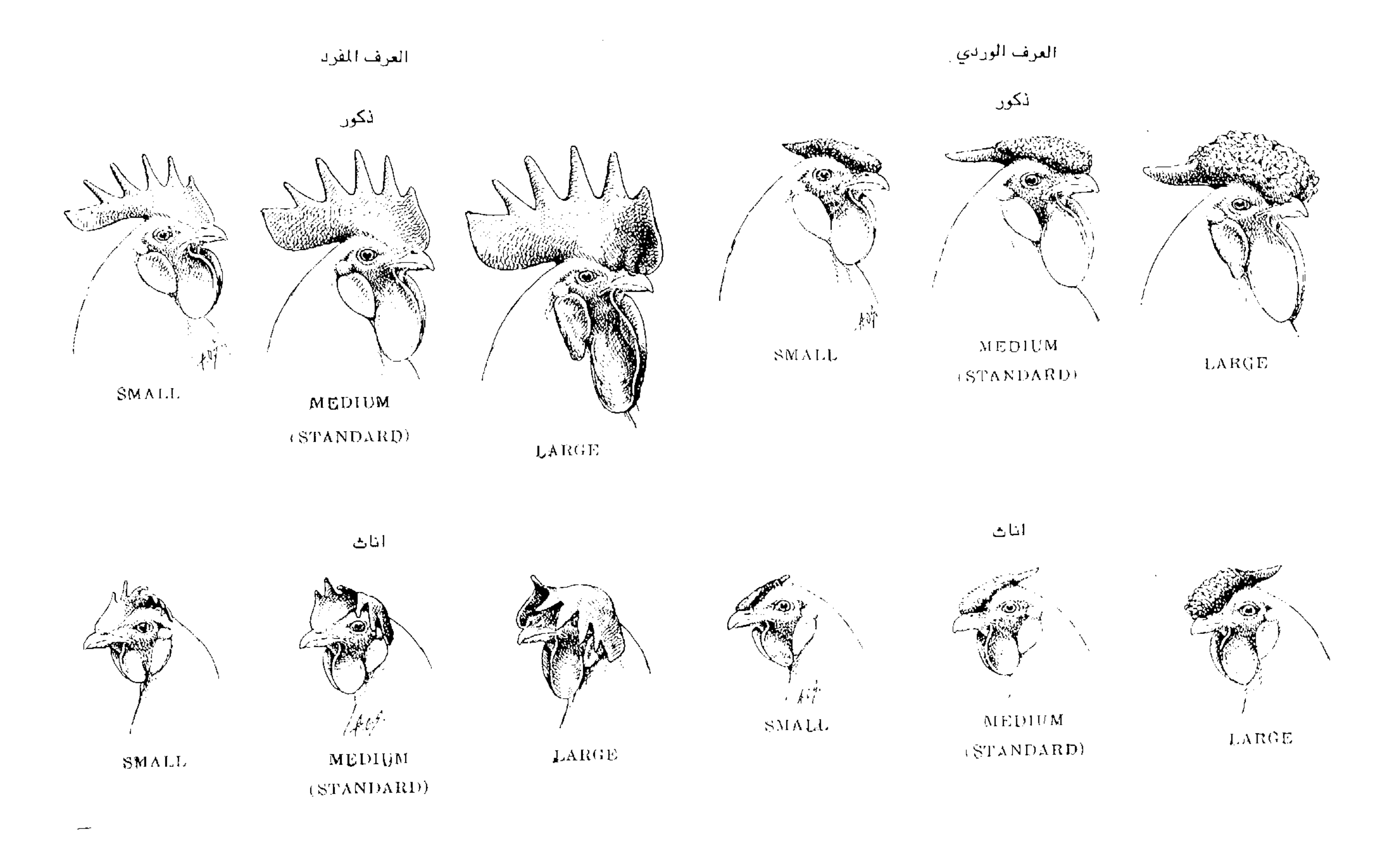
ومن التأثيرات الجانبية للجين المسؤول عن العرف الباسلائي وجد ان هنالك تأثيرا على تركيب صدر الطير حيث يصاحب الافراد ذو العرف الباسلائي نوع من التحدب في منطقة الصدر كما هو الحال في دجاج الكورنش والساما ترا الاسود .

٤ - العرف الجوزي : Walnut comb

يشبه العرف الجوزي ثمرة الجوز الصغير الحجم ذو اخدود وسطي وينشأ هذا النوع من تزاوج افراد ذات عرف وردي وافراد ذات عرف باسلائي كنتيجة لتفاعل الجينات السائدة R و P وعليه فأن كل فرد تركيبه الوراثي -R-P يكون جوزي العرف.
يصاحب العرف الجوزي حالة نمو عدد من الريشات الجانبية في الطيور البالغة كما هو ملاحظ بين طيور الليكهورن الروسي والجانتسلر الكندي.

٥ - العرف المزدوج : Duplex comb

يظهر العرف المزدوج وكأنه عرف مفرد مكرر حيث يبدأ في مقدمة الرأس على شكل عرف مفرد ويتفرع على طول الرأس ليكون على شكل رقم ٧. ان العرف المزدوج هو نتيجة جين سائد يرمز له بالحرف D وان تأثير هذا الجين مع الجينات المسؤولة عن العرف المفرد أو الوردي يؤدي الى تباين واضح بحجم العرف المزدوج وعدد النهايات. ينتشر هذا العرف بين الدجاج البولوني ودجاج Haudans, LaFleche, and Butter ceup . والشكل ٧-١ يوضح الاشكال المختلفة للعرف في الدجاج المختلف الانواع.



شكل (٧-١). يوضح العرف الوردي والعرف المفرد باحجام مختلفة.

ثانيا : المهماز والارجل المشوهة :

المهماز هو النتوء العظمي الذي ينمو الى الاعلى من اصابع الارجل في ذكور الدواجن فقط دون الاناث . يبدأ المهماز بالنمو كنتوء دقيق في بشرة الساق خلال اليوم العاشر من فترة التفريخ ليتطور بتقدم العمر الى نمو متقرن كنتيجة لاتحاد نمو عظمي داخلي من طبقة البشرة مع نمو عظمي خارجي للساق.

من الناحية الطبيعية ، يعد المهماز احد وسائل الدفاع عن عائلة الذكر.
يحدث احيانا ان يلاحظ نمو المهماز على ارجل اناث الدواجن خاصة بين بعض الافراد الخفيفة كالليكهورن وقد وجد ان حدوث هذه الحالة يصاحبها انخفاض في مستوى انتاج البيض.

من ناحية اخرى ، يتأثر نمو المهماز (كصفة ثانوية لجنس الطير) بافرازات الغدد التناسلية حيث يمكن احداث نمو واضح للمهماز على ارجل الاناث المستئصلة المبيض ، وعليه يمكن القول ان وجود المهماز على ارجل ذكور الطيور انما يخضع لفعل جينات تتأثر بجنس الطائر حيث تشكل الهرمونات الذكرية عاملا محفزا لفعل تلك الجينات.
اما بخصوص حالات التشوه التي تحدث للمهماز فهي كالأتي :

١ – المهماز الثنائي : Double Spur

يحدث احيانا ان تمتلك بعض الذكور مهمازا ثنائيا على كل رجل يبدأن بالنمو الواحد فوق الآخر وعادة يكون المهماز الاعلى اكبر حجما ، لوحظ ان الاناث التي تتعرض الى الطفرات المؤدية لامتلاكها المهماز تكون فيها نسبة حدوث المهماز الثنائي اكثر انتشارا من المهماز المفرد في الاناث ، من الناحية الوراثية فلايوجد تحديد دقيق لعدد الجينات ونوع السيادة المؤدي الى نمو المهماز الثنائي.

٢– المهماز المضاعف multiple spur

تنتشر ظاهرة وجود المهماز المضاعف بين طيور المهارشة السوماتري وعليه تحدث الصفة دليلاً مميزاً لتلك السلالة . اما في بقية انواع الدواجن ، فقد يحدث احياناً وجود نموات متقرنة

عديدة في منطقة المهماز تنمو باتجاه واحد تتطور بتقدم العمر الى عدة مهاميز تصل الى اربعة او خمسة . ومن نتائج الاختبار الوراثي وجد ان حالة المهماز المضاعف تخضع لفعل جين سائد يرمز له M وبعض الجينات المحورة التي تعمل على تطور المهماز المتعدد بصورة واضحة .

٣- غياب المهماز: Spurless

الذكور العديمة المهماز تتأثر بفعل جين متنحي يرمز له se وفي هذه الافراد يلاحظ النمو الاثري للمهماز عند النضج الجنسي في منطقة رسغ القدم وان هذا النمو الاثري يكون خالياً من الجزء النامي من الداخل ومن منطقة البشرة .

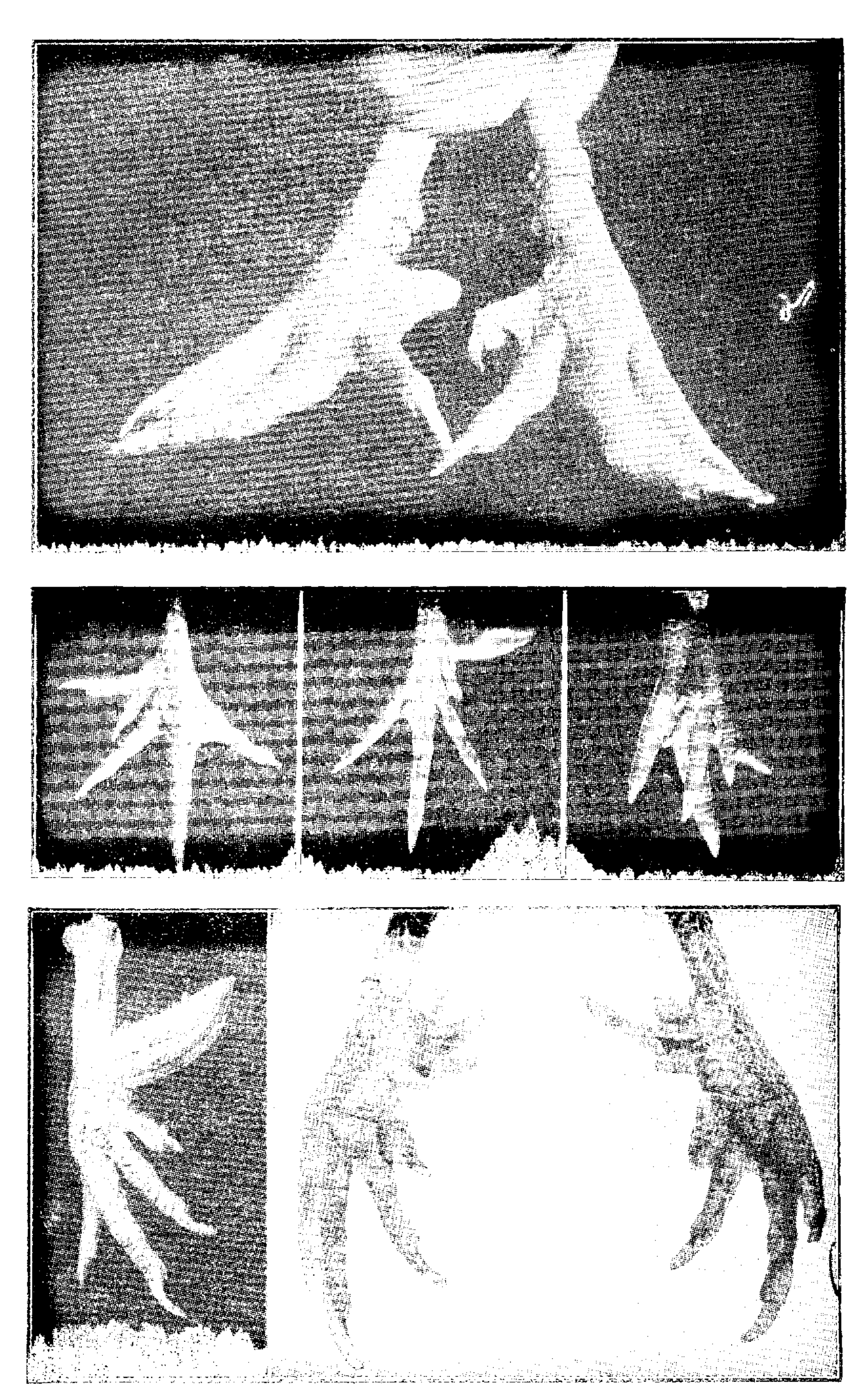
اما بخصوص وراثة بعض التشوهات التي تصيب الارجل فقد لوحظ ان هنالك عدداً من حالات التشوه التي تصيب اصابع الارجل . ان الحالة الطبيعية لأرجل الدجاج هو امتلاكها لأربع أصابع ثلاثة منها امامية والرابعة خلفية قصيرة الطول .

من اهم الطفرات التي لوحظت على ارجل بعض افراد الدجاج هي حالة تعدد الاصابع . وفيما يأتي شرح موجز عن بعض هذه الطفرات .

١ - الاصابع المتعددة : Polydactyly, Po

هذه الطفرة تعبر عن وجود اكثر من أربع أصابع في ارجل الدجاج المصاب كنتيجة لفعل جين سائد يرمز له Po يؤدي الى نمو مضاعف للاصبع الاول وبدرجات مختلفه من النمو كما هو موضح في الشكل (٧- ٢) . هنالك بعض السلالات التي تمتاز بامتلاكها لخمس أصابع مثل الدوركنك ، السليكي و Houdans .

تتخذ الحالة الشاذة للاصابع المتعددة عدة مظاهر مختلفة من الناحية التركيبيه حيث يلاحظ احياناً ان الاصبع الاول يتفرع في نهايته ليكون اصبعين او حدوث اصبعين منفصلين يشتركان بقاعدة نمو واحدة . من هذا يتضح ان الفعل الوراثي للجين السائد Po يصاحبه فعل جينات اخرى محوره لظاهرة الاصبع المتعدد خاصة في الافراد الخليطة التركيب الوراثي بالنسبة للصفة .



شكل (٧ – ٢). يوضح الارجل المشوه بالصفاق ، والاصابع المتمددة والمهماز المزدوج.

٢- الاصابع المتعددة المزدوجة Duplicate polydactyly, Pod

تمثل هذه الحالة اقصى درجات تشوه الارجل حيث تظهر كنتيجة لهذه الطفرة مجموعة اضافية كاملة من اصابع الرجل او نمو ساق اضافي نتيجة لازدواج نمو منطقة المشط مما (شكل ٧ - ٢) هنالك تباين ملحوظ في درجة حدوث الطفرة مما يدل على ان الحالة متأثرة بفعل سلسلة من الجينات اضافة الى فعل الجين الاصلي PO وعليه يرمز للحالة بالرمز PO^d.

٣- الاصابع القصيرة : Brachydactyly, By

يقصد بهذا المصطلح قصر الاصبع الرابع ليظهر بنفس طول او اقصر من الاصبع الثاني خلافاً للحالة الطبيعية حيث يكون الاصبع الرابع اطول من الثاني بحوالي ١٢ ٪. وجد ان سبب هذه الحالة تعود الى فعل جين سائد سيادة غير تامة. وقد وجد من الدراسات ان الافراد النقية للجين السائد تكون فاقدة لاظافر الاصبع الرابع وكذلك للعظم السلامي في الاصبع Phalangea.

وكذلك لوحظ ان الحالة غالباً ماتكون مصاحبة لحالة وجود بعض الريش مع الارجل مما يعتقد ان الصفتين متأثرة بنفس الجين.

٤- وجود الصفاق : Syndactyly

ان وجود الصفاق في الدجاج حالة غير طبيعية. وقد لوحظت هذه الطفرة بين بعض افراد البليموث روك الابيض وفي كلا الارجل. ويعتقد ان الحالة تعود الى فعل الجين الذي يؤدي الى قصر الاصابع وكذلك وجود بعض الريش على نهايات الارجل كما في دجاج البراهما. اما الحالة الوراثية لهذه الصفة فهي غير محددة حيث هنالك تباين في مساحة الصفاق بين الاصابع وكذلك عدم الحصول على بيانات تنطبق تماماً والنسب المندلية. الا انها وبالتأكيد صفة غير مرتبطة بالجنس.

تمارين الفصل السابع

٧ - ١ كيف تفسر ظاهرة توارث صفة شكل العرف الجوزي.

٧- ٢ لماذا يلاحظ احياناً غياب المهماز من ذكور بعض انواع الدواجن عند النضج الجنسي.

٧- ٣ تزاوج ذكر من نوع بانتامز اسود الريش وردي العرف مع مجموعة من الاناث البيضاء الريش ذو العرف المفرد وكان النسل الناتج مكون من ٢٤ فرخاً اسود الريش وردي العرف، ١٦ فرخ ابيض الريش وردي العرف، ٢٢ فرخ اسود الريش ذو عرف مفرد و ٢٦ فرخ ابيض الريش ذو عرف مفرد فإذا علمت بأن الجين المسؤول عن شكل العرف الوردي سائد تماماً على اليله الذي يؤدي الى شكل العرف المفرد وان الجين المسؤول عن لون الريش الاسود سائد تماماً على اليله المودي الى لون الريش الابيض فما هي التراكيب الوراثية المتوقعة للآباء والامهات ولافراخ النسل الناتج.

٧- ٤ من المعلومات في ٧- ٣ لو تزاوج ذكر اسود الريش وردي العرف مع مجموعة من الاناث البيضاء الريش وردية العرف وكان النسل الناتج مكون فقط من ٥٦ فرخ اسود الريش ذو عرف وردي و ٢٦ فرخ اسود الريش ذو عرف مفرد فما هي التراكيب الوراثية للآباء والامهات المتزاوجة والنسل الناتج.

التباين وبعض المعالم الاحصائية
Variation and Some statistical inferences

في الفصول السابقة تم دراسة تباين وتوارث بعض الصفات المظهرية في الدجاج الاليف التي على اساسها يمكن توزيع افراد السلالة او المجموعة في اقسام منتظمة ومحددة مثل شكل العرف ، لون الريش ، لون الجلد... الخ وتسمى هذه الصفات بالنوعية qualitative characters .

من ناحية اخرى فان غالبية الصفات ذات الاهمية الاقتصادية في الدواجن كما في بقية حيوانات االمزرعة لايمكن وضع افراد السلالة او المجموعة تبعاً لها في اقسام مستقلة ومحددة كنتيجة للتباين الكبير والمستمر في الاداء مثل انتاج البيض ، وزن البيض ، كفاءة الاستفادة من الغذاء وصفات الذبيحة ومثل هذه الصفات تسمى بالكمية quan-titative characters ان كلا النوعين من الصفات يتأثران بالعوامل الوراثية والعوامل البيئية الا ان الصفة النوعية تتأثر بعدد قليل من الجينات وان للبيئة تأثيراً قليلاً على مظهر الصفة وهي تخضع لقوانين مندل في الانعزال والتوزيع وبصورة واضحة بحيث يمكن تصنيف افراد كل تركيب وراثي تبعاً للشكل المظهري . اما الصفة الكمية فانها تتأثر بعدد كبير من الجينات polygenic وان للبيئة وتداخلها مع الوراثة تأثيراً جوهرياً على الاداء الانتاجي ، وعلى هذا الاساس يكون التباين في الصفات الكمية مستمراً بحيث يصعب وضع افراد المجموعة في اقسام محددة. وعليه فان محصلة التعبير عن الصفة الكمية يختلف باختلاف الظروف البيئية كالتباين في ظروف المحيط ، مستوى التغذية وتأثيرات الادارة .

اما بخصوص تاثير عدد الجينات على توزيع الافراد الى اقسام معينة ، فانه من المؤكد كلما زاد عدد الجينات المؤثرة على الصفة ازداد التباين بين الافراد بالنسبة لتلك الصفة ومثال على ذلك لنفرض ان وزن الجسم في طيور النيوهمشاير يتأثر بأربعة ازواج من الجينات وان التركيب الوراثي AABBCCDD يؤدي الى وزن الجسم الحي عند عمر ثمانية أسابيع

بقيمة مقدارها ١٦٠٠ غم وان التركيب الوراثي المتنحي aabbccdd يؤدي الى وزن جسم مقداره ١٢٠٠ غم اي ان الاليل السائد يزيد من وزن الجسم الحي بمعدل ٥٠ غم وعند تزاوج افراد الجيل الاول فان نسبة حدوث الاوزان المختلفة بين افراد الجيل الثاني تكون كما يأتي ·

الوزن بالغم	التكرار
١٦٠٠	٠,٠٠٤
١٥٥٠	٠,٠٣١
١٥٠٠	٠,١٠٩
١٤٥٠	٠,٢٢٧
١٤٠٠	٠,٢٤٨
١٣٥٠	٠,٢٢٧
١٣٠٠	٠,١٠٩
١٢٥٠	٠,٠٣١
١٢٠٠	٠,٠٠٤

وفي حالة ان تكون الصفة متأثره باكثر من اربعة ازواج من الجينات ، حيث هو واقع الحال ، فان عدد القيم المختلفة لوزن الجسم يزداد بين الافراد وبعلاقة طردية مع عدد الجينات وان احتمال توزيع الافراد ضمن كل مجموعة يقترب من حالة التوزيع الطبيعي. وبناء على ذلك فان يمكن الاخذ بنظريات الاحتمالات في دراسة تباين حدوث الصفات النوعية والكمية بين الافراد. ولدراسة وفهم مبادئ نظرية الاحتمالات فسوف نتناول ماله علاقة بالصفات الوصفية ونرجئ القارئ الى مراجعة كتب الاحصاء لدراسة العلاقة بين نظريات الاحتمالات وتوزيع الصفات الكمية.

اصبح مثال رمي قطعة النقود من الامثلة الشائعة لفهم مبادئ الاحتمالات حيث عند رمي قطعة النقود فإن احتمال الحصول على الصورة يساوي احتمال الحصول على الكتابة ويساوي $\frac{١}{٢}$.

وعند رمي قطعة النقود عدة مرات نتوقع الحصول على كل من الصورة والكتابة بنسبة $\frac{١}{٢}$ عدد الرميات وكذلك الحال عند رمي قطعتين سوية لسلسلة من الرميات حيث احتمال الحصول على صورتين يساوي $\frac{١}{٤}$ واحتمال الحصول على كتابتين يساوي $\frac{١}{٤}$. ان الحقائق المذكورة تعود الى ان «فرصة حدوث حدثين مستقلين سوية هي حاصل ضرب نسبه حدوث كل منهما بصورة مستقلة» وهذا مايسمى قانون ضرب الاحتمالات. اما عن احتمال الحصول على حالة مركبة من الصورة والكتابة الناتجة من رمي قطعتين من النقود فتساوي $\frac{١}{٢}$ وان هذه القيمة تعود الى ان «احتمال وقوع حدث او آخر عندما يكون الحدثان متنافيين mutally exclusive يساوي حاصل جمع الاحتمالات المستقلة لكل منها» وهذا مايسمى قانون جمع الاحتمالات. وفي الغالب نلجأ الى قانون توزيع الصفات الحدية والمسمى بقانون مفكوك ذي الحدين لمعرفة احتمال ظهور الصفات التي تظهر في اي من الحالتين كجنس المولود، شكل العرف، لون الجلد... الخ. لو رمزنا لعدد المشاهدات بالحرف n ولعدد مرات الحدث الاول بالحرف r ونسبة توقع حدوثه بالحرف p ولعدد مرات الحدث الثاني بـ (n − r) ونسبة توقع حدوثه بالحرف q فان احتمال حدوث كلا من الاحداث والتوافيق المختلفة هو:

$$C_r^n = \frac{n!}{r!(n-r)!} p^r q^{n-r}$$

فمثلا لمعرفة احتمال الحصول على ثلاثة افراد مريشة الارجل وفردين عارية الارجل من تزاوج طيور هجينة التركيب الوراثي اذا علمنا ان صفة الارجل المريشة تتأثر بزوجين من الجينات السائدة وان نسبة حدوث الارجل المريشة هو $\frac{١٥}{١٦}$ والارجل العارية هو $\frac{١}{١٦}$ في هذه الحالة

$$n = 5 ; r = 3 ; (n - r) = 2$$

$$p = \frac{5}{16} ; q = \frac{1}{16}$$

$$C_3^5 = \frac{5!}{3!(5-3)!}\left(\frac{15}{16}\right)^3\left(\frac{1}{16}\right)^{5-3}$$

$$= 0{\cdot}03$$

وتفسير ذلك انه في العوائل التي فيها الآباء هجينة التركيب الوراثي للزوجين من الجينات والمؤثرة على الصفة التي عدد افرادها خمسة فأن احتمال الحصول على ثلاثة افراد مريشة الارجل وفردين عارية الارجل هو ٣ عوائل من كل ١٠٠ عائلة.

اجمالا للقول، ان المبدأ المهم في موضوع الاحتمالات وعلاقته بنسبة ظهور الصفات النوعية هو ان التوزيع العشوائي للجينات اثناء عملية الانعزال والاتحاد العشوائي للكميتات عند الاخصاب يحدثان طبقا لقوانين الاحتمالات. وعليه فمن الممكن ظهور توافقات مختلفة للصفات بين الآبناء وكذلك يمكن التنبؤ بوقوع تلك التوافقات المختلفة. من ناحية اخرى، يلاحظ احيانا ومن تزاوج معين في العوائل الصغيرة الحجم تباين في نسبة ظهور الصفة على الافراد لايتفق والنسب المتوقعة على اساس الفرضية الوراثية وعليه يصبح من الضروري اختبار مدى تطابق البيانات المشاهدة والمتوقعة وهل ان الانحراف في النسب المظهرية يعود الى الحظ chance او ان سببه خطأ في الفرضية الوراثية. لمعالجة مثل هذه الحالات نستعمل اختبار مربع كاي chi – square Test وفيه نقرر اولا النسب المتوقعة لحدوث الصفة بين الافراد استنادا الى الفرضية الوراثية ثم نحسب نسب مجموع مربع كل من الفروقات بين القيم المتوقعة والمشاهدة الى القيم المتوقعة ومنها يمكننا حساب اصغر كمية من الفروقات التي يستدل منها ان الانحراف في النسب المظهرية المتوقعة عن النسب المشاهدة سببه الفرصة اوعوامل اخرى غير المفترضة. لتوضيح ذلك نفترض ان من تزاوج بين افراد ذات عرف وردي هجين التركيب الوراثي حصلنا على ٣٧ فرخا ذو عرف مفرد و ٨٣ فرخا ذو عرف وردي والمراد اختبار معنوية الانحراف عن النسبة المندلية ٣ : ١ (اي ان هذا الانحراف سببه المصادفة ام اختلاف في التراكيب الوراثية للآباء).

ان فرضية عدم وجود فروقات معنوية بين البيانات المشاهدة والبيانات المتوقعة تسمى بفرضية العدم ويرمز لها Ho اي ان:

$Ho: p = .75$

والفرضية الاخرى هي الفرضية البديلة $Hi: p \neq .75$ والتي مفادها ان الفروقات بين البيانات المشاهدة والبيانات المتوقعة هي فروقات معنوية وليس سببها المصادفة وتكون خطوات المقارنة كما يلي:

الشكل المظهري phenotype	التكرار المشاهد observed frequency O	التكرار المتوقع Expected frequency E	الانحراف Deviation	$x^2 = \frac{(O-E)^2}{E}$
Rose Comb	83	90	− 7	0.59
Single Comb	37	30	+ 7	1.63
Total	120	120	0.00	2.22

في هذه الحالة تشير قيمة x^2 عن مدى التكرار الذي بواسطة المصادفة وحدها يمكن ان نحصل على x^2 بحجم او اكبر من 2.22 وليس عن مدى احتمال الحصول على ٨٣ فرخا ذو عرف وردي. وعليه، فمن قيمة x^2 يلاحظ انه كلما زادت الفروقات نسبة الى القيم المتوقعة زادت قيمة x^2 وبهذا يتكون لدينا مقياس واقعي لمدى الانحرافات بين القيم المشاهدة والمتوقعة. وبالرجوع الى جدول مربع كاي الذي يعطي قيم x^2 التي تنحرف بالمصادفة وبنسب مئوية مختلفة. ومن هذا الجدول وتحت مستوى احتمال ٥٪ ودرجة حرية = عدد الفئات المظهرية − ١ نجد ان قيمة x^2 الجدولية = 3.84 وبما ان قيمة x^2 المحسوبة 2.22 اقل من القيمة الجدولية لذا نقبل فرضية العدم اي ان نسبة العرف الوردي الى العرف المفرد هي ٣ : ١ . يعني هذا ان الانحراف البسيط في النسبة المظهرية المشاهدة عن المتوقعة والذي قيمته ٧ افراد سوف يحدث بحدود ٥ ٪ من العوائل وكنتيجة للصدفة وحدها.

١ – التوزيع الطبيعي والاستدلال الاحصائي

Normal Distribution and statistical inferences

اصبح من المؤكد ان الغالبية العظمى من الصفات الاقتصادية في حيوانات المزرعة المختلفة تتأثر بعدد كبير من الجينات إضافة الى الظروف البيئية المختلفة. وعليه فأن معالم هذه الصفات تقاس وتقدر على اساس التباين الكلي لظهور الصفة بين الافراد وبالنظر لصعوبة

قياس الصفة الكمية على جميع افراد المجتمع فقد يستعاض عنه بقياس تلك المعالم على نماذج من افراد المجتمع . ومن اهم تلك المعالم التي لها اهمية احصائية التي يمكن منها الاستدلال عن حدوث الصفة وقيمتها هي :

مقاييس التوسط والتشتت

Measure of central Tendency and Dispersion

والتي تشتمل على :

١ . المعدل Mean

يمثل المعدل ابسط المعالم الاحصائية للدلالة على قيمة حدوث الصفة في مجتمع ما . ويؤخذ معدل من بيانات عشوائية لافراد عددهم n حيث يرمز لكل مشاهدة بالحرف X_i وللمعدل بـ $\overline{X}$

$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

٢ . التباين Variance

يقيس التباين درجة تشتت الصفة بين افراد القطيع مثلا عن المعدل العام للقطيع ويقدر بوساطة تباين العينة s^2 ليمثل معدل انحراف قيمة كل فرد عن متوسط العينة ، بغض النظر عن الاشارة السالبة او الموجبة وعليه وللتخلص من اشارة السالب فأن :

$$S^2 = \frac{(X_1 - \overline{X})^2 + (X_2 - \overline{X})^2 + \dots + (X_n - \overline{X})^2}{n - 1}$$

وتمثل تباين الصفة في لقطيع عندما تكون العينة عشوائية بصورة مطلقة . ويمكن اعادة كتابة القانون اعلاه ليلائم الآلة الحاسبة كما يلي :

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\Sigma x_i)^2 / n}{n - 1}$$

٣ . الانحراف القياسي Standard Deviation

بالنظر لان التباين يعبر عنه بوساطة مربع وحدة القياس فعليه يؤخذ الجذر التربيعي لقياس الانحراف بالصيغة الحقيقية ، وهذا مايطلق عليه بالانحراف القياسي ويرمز له s .

$$S = \sqrt{s^2}$$

٤ . معامل الاختلاف Coefficient of variation

إن معامل الاختلاف هو دليل التباين المفيد في مقارنة التباين النسبي لصفات مختلفة حيث يعبر عن درجة الانحراف القياسي لكل صفة كنسبة مئوية عن معدل الصفة . ويرمز لمعامل الاختلاف C.V

$$C.V = \frac{S \times 100}{\bar{X}}$$

٢ – العلاقة بين متغيرين : Bivariate Distribution

إن الهدف الاساس لدراسة العلاقة بين صفتين هو لتحديد العلاقة الحقيقية وعن مدى استقلالية او اختلاف المتغيرات ، وهذا يتم بوساطة ودراسة :

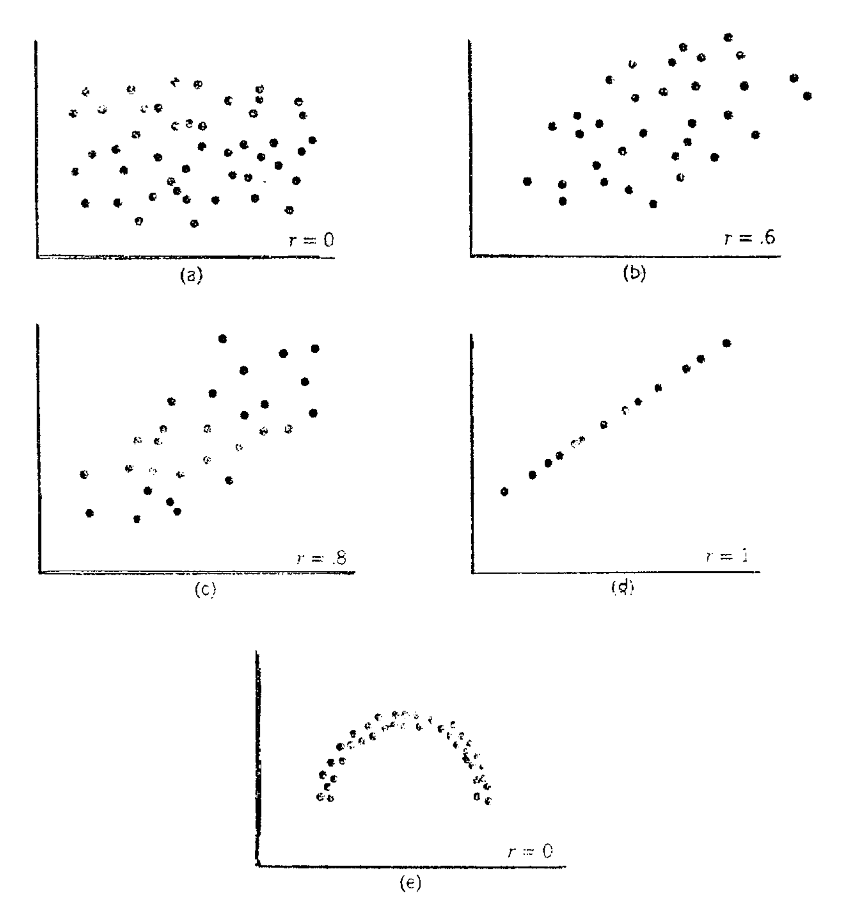
١ . الارتباط البسيط : Simple Correlation

يقيس الارتباط مدى التلازم بين متغيرين مستقلين وتتراوح قيمة الارتباط بين + ١ و – ١ حيث عندما تكون قيمة معامل الارتباط تساوي ١ فهذا يعني ان هنالك تشابها دقيقا في تباين قيم المتغيرين فلو كان عندنا متغيرين x و y في هذه الحالة ان انحراف قيم $\bar{X}$ عن المعدل $\bar{X}$ بنسبة معينة يصاحبه انحراف في قيم y عن المعدل $\bar{y}$ بنسبة مشابهة وبنفس الاتجاه . ومن ناحية اخرى عندما تكون قيمة معامل الارتباط تساوى – ١ فأن انحراف القيم عن المعدل في كلا المتغيرين يكون متساويا ايضا ولكن باتجاه معاكس . ومن الناحية الرياضية فأن معامل الارتباط بين متغيرين

$$r_{XY} = \frac{\text{Covariance } X_i \text{ and } Y_i}{SX_i \, SY_i}$$

$$= \frac{\Sigma X_i Y_i - (\Sigma X_i)(\Sigma Y_i)/n}{\sqrt{\Sigma X_i - (\Sigma X_i)^2/n} \cdot \sqrt{\Sigma Y_i^2 - (\Sigma Y_i)^2/n}}$$

والشكل التالي (٨–١) يوضح توزيع القيم لمعاملات ارتباط مختلفة.



شكل (٨–١). يوضح توزيع القيم لمتغيرين بمعاملات ارتباط r مختلفة.

٢. الانحدار البسيط Simple Regression

هو معدل التغير الحاصل في عدد وحدات الصفة او المتغير التابع الى التغير الحاصل في وحدة من وحدات الصفة او المتغير المستقل. وعند حساب معامل الانحدار كقيمة رقمية فانه بالامكان وضع معادلة الانحدار المتمثلة بخط مستقيم بحيث ان مجموع مربعات الانحرافات العمودية للقيم المرسومة تكون أقل مايمكن. ومعادلة معامل الانحدار هي :

$$b_{YX} = \frac{Cov.YX}{VX}$$

حيث تمثل معامل انحدار المتغير المعتمد y على المتغير المستقل X. وان معادلة الأنحدار هي :

$$YE = \overline{Y} \pm b_{YX}(X - \overline{X})$$

وبالنطر لان قيم X,y و byx هي قيم ثابتة لكل حالة خاصة فأنه بالامكان دمج هذه القيم في قيمة واحدة لتساوي نقطة التقاطع الحقيقي بين محور y وخط المعادلة وهذه تسمى بنقطة تقاطع y – Intercept, y وهي تمثل قيمة معدل المتغير المعتمد عندما يكون المتغير المستقل X يساوي صفر. وبما انه لايمكن دائماً فرض هذه الحقيقة حيث لايمكن ان يكون وزن جسم الطائر (مثلا) يساوي صفر لذا فأن b يعبر عنها بأنها نقطة تقاطع محور y مع الخط المستقيم وهو الخط الذي يمثل نقطة تقاطع معدل X ومعدل $\overline{Y}$. وعليه تصبح معادلة خط الانحدار

$$\hat{Y}_E = a + bx$$

حيث أن :

$$a = \overline{Y} - b\overline{X}$$

وبخصوص العلاقة بين معاملي الارتباط والانحدار فهي كما يأتي :

$$b_{YX} = r_{XY}\frac{S_Y}{S_X}$$

ومن هذا يتضح ان معامل الانحدار يساوي معامل الارتباط عندما يتساوى الانحراف القياسي لكلا المتغيرين. ولتوضيح عمليات حساب ماتقدم من بعض المعالم الاحصائية نفترض ان لدينا البيانات التالية عن وزن الجسم وطول الساق في ٢٥ دجاجة نيوهمشاير عند عمر ٨ اسابيع .

رقم الطير	طول الساق سم	وزن الجسم غم	الانحرافات عن المعدل		مربعات وحاصل ضرب الانحرافات		
	X	Y	x	y	x^2	xy	y^2
1	8.0	750	0.36	5.0	0.1296	1.80	25
2	7.5	765	−0.14	20.0	0.0196	−2.80	400
3	8.0	825	0.36	80.0	0.1296	28.80	6400
4	8.5	850	0.86	105.0	0.7396	90.30	11025
5	8.0	875	0.36	130.0	0.1296	46.80	16900
6	8.0	980	0.36	235.0	0.1296	84.60	55285
7	6.5	595	−1.14	−150.0	1.2996	171.00	22500
8	7.5	625	−0.14	+120.0	0.0196	16.80	14400
9	7.5	810	−.14	65.0	0.0196	−9.10	4225
10	8.5	915	0.86	170.0	0.7396	146.20	28900
11	8.0	880	0.36	135.0	0.1296	48.60	18225
12	8.0	750	0.36	5.0	0.1296	1.80	25
13	7.5	680	−0.14	−65.0	0.0196	9.10	4225
14	6.5	530	−1.14	−215.0	1.2996	245.10	46225
15	7.8	700	0.16	−45.0	0.0256	−7.20	2025
16	7.0	680	−0.64	−65.0	0.4096	41.60	4225
17	8.5	1020	0.80	275.0	0.7396	236.50	75625
18	7.8	850	0.16	105.0	0.0256	16.80	11025
19	6.5	525	−1.14	−220.0	1.2996	250.80	48400
20	8.5	625	0.86	−120.0	0.7396	−103.20	14400
21	7.0	650	−0.64	−95.0	0.4096	60.80	9025
22	8.5	825	0.86	80.0	0.7396	68.80	6400
23	6.0	425	−1.64	−320.0	2.6896	424.80	102400
24	8.0	815	0.36	70.0	0.1296	25.20	4900
25	7.4	680	−0.24	−65.0	0.0576	15.60	4225
Sum المجموع	191.0	18625	0.00	0.0	12.2000	2009.50	511350

١ . المعدل :

$$\bar{X} = \frac{191 \cdot 00}{25} = 7{\cdot}64 \text{ cm}$$

$$\bar{Y} = \frac{18625}{25} = 745 \cdot 00 \text{ gm}$$

٢ . التباين :

يمكن حساب التباين من مجموع مربع انحرافات القيم لكل صفة عن المعدل العام لتلك الصفة وقسمة الناتج على درجات الحرية كما موضح في الجدول .

او حساب التباين طبقاً لطريقة الآلة الحاسبة وكما يلي :

$$S_X^2 = \frac{(8{\cdot}0)^2 + (7{\cdot}5)^2 + \cdots + (7{\cdot}4)^2 - (191{\cdot}0)^2/25}{24} = 0{\cdot}508$$

$$S_Y^2 = \frac{(750)^2 + (765)^2 + \cdots + (680)^2 - (18625)^2/25}{24} = 21306$$

٣. الانحراف القياسي :

$$S_X = \sqrt{0{\cdot}508} = 0{\cdot}713$$

$$S_Y = \sqrt{21306} = 146{\cdot}00$$

٤. معامل الاختلاف :

$$C.V_X = \frac{(0{\cdot}713)(100)}{7{\cdot}64} = 9{\cdot}3\ \%$$

$$C.V_Y = \frac{(146)(100)}{745} = 19{\cdot}6\%$$

٥. معامل الارتباط :

$$r_{XY} = \frac{(8)(750) + (7{\cdot}5)(765) + \cdots + (7{\cdot}4)(680) - (191)(18625)/25}{\sqrt{12{\cdot}20}\ \sqrt{511350{\cdot}00}}$$

$$= 0{\cdot}805$$

٦. معامل الانحدار:

$$b_{YX} \quad \frac{2009{\cdot}50}{12{\cdot}20} = 164{\cdot}70$$

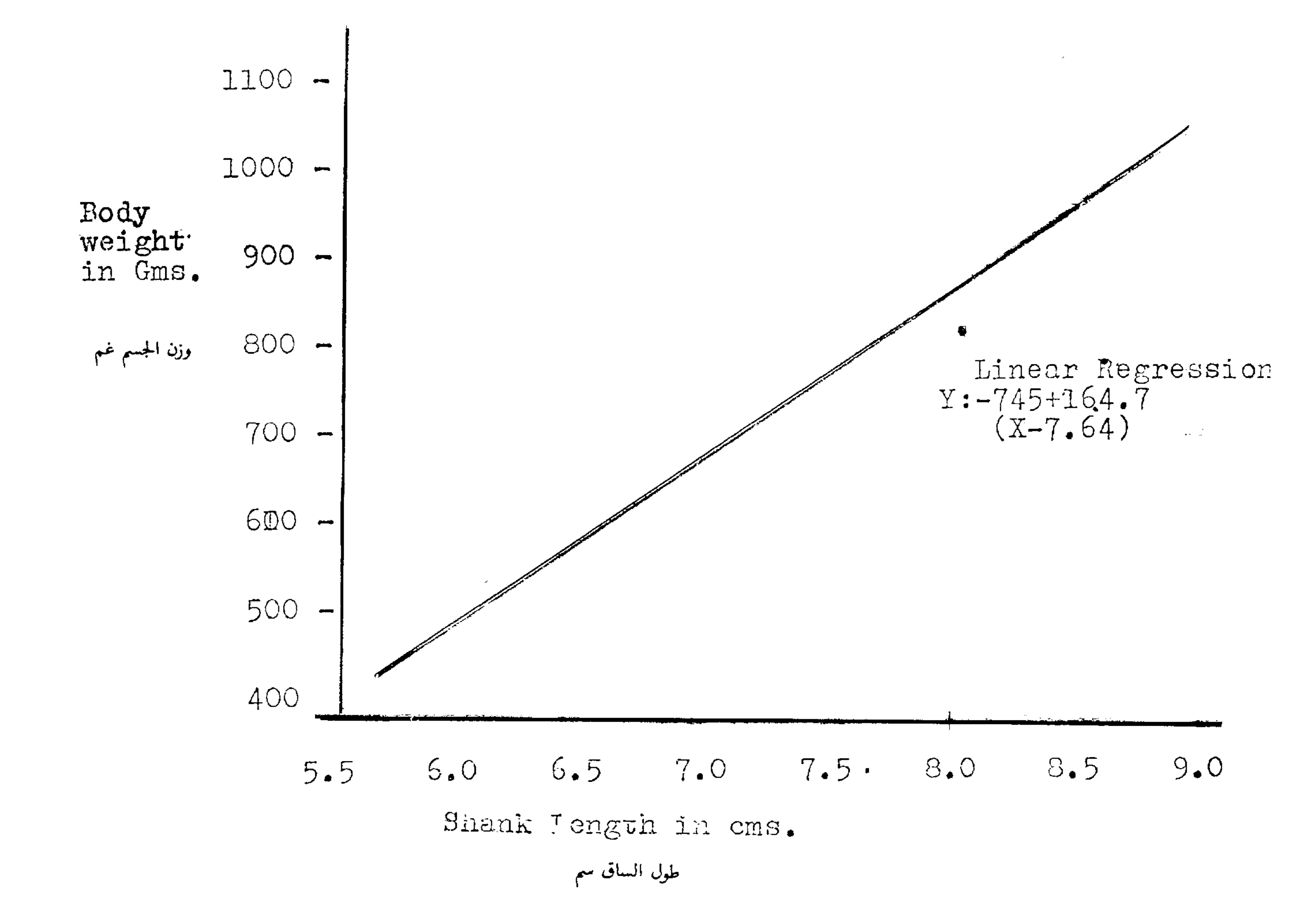
٧. معادلة خط الانحدار:

$$\hat{y} = 745 + 164{\cdot}7\,(X - 7{\cdot}64)$$

ولو ان طول الساق في طير ما يقيس 8 cm فان وزن الجسم المتوقع لذلك الطير هو:

$$y = 745 + 164{\cdot}7\,(8 - 7{\cdot}64) = 804 \text{ gms}$$

والملاحظ ان هذه القيمة وبقية القيم المتوقعة سوف تقع على خط الانحدار او قريبة من الخط للدلالة على وجود العلاقة الخطية بين المتغيرين وكما يلي :


Body weight in Gms.
وزن الجسم غم
1100
1000
900
800
700
600
500
400
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
9.0
Shank Length in cms.
طول الساق سم
Linear Regression
Y:-745+164.7
(X-7.64)

تمارين الفصل الثامن

٨- ١ عند تزاوج مجموعة من الدجاج الهجين التركيب الوراثي لصفتي لون الريش الابيض المتنحي sw والعرف البازلائي p مع مجموعة حاملة للتراكيب الوراثية المتنحية للصفتين كان النسل الناتج مكون ١٢٣ فرخ ذو ريش ملون وذو عرف بازلائي ، ٤٩ فرخ ذو ريش ملون وذو عرف مفرد ، ١٠٦ أفراخ لون الريش ابيض متنحي وذو عرف بازلائي و ١١٧ فرخاً لون الريش ابيض ذو عرف مفرد ، هل تعتقد ان نسبة الافراخ بالصفات المختلفة تطابق النسب المتوقعة .

٨- ٢ هل هنالك علاقة بين عدد الفئات المظهرية الممكن حدوثها وعدد ازواج الجينات المؤثرة على الصفات . وضح ذلك بمثال .

٨- ٣ من تزاوج ذكر مع ثلاث اناث تم وضع ١٠ بيضات في المفقسة ما هو احتمال الحصول على ثلاثة افراد ذكور وسبعة افراخ اناث .

٨- ٤ من تزاوج ذكور واناث ذو ارجل مغطاة بالريش وبتركيب وراثي هجين للزوجين من الجينات المؤثرة على الصفة فما هو احتمال الحصول على ٥ أفراخ ذو ارجل مريشة وفرخ واحد ذو ارجل عارية من الريش من مجموعة ٦ أفراخ فاقسة .

٨- ٥ كيف تفسر احتمال حدوث الصفة في السؤال ٨- ٤ .

٨- ٦ تزاوج ذكر دجاج زاحف مع مجموعة من الاناث الزاحفة وكان عدد الافراخ الفاقسة من كل انثى ٥ أفراخ . المطلوب :

آ- توضيح علاقة الجين المسبب لصفة الدجاج الزاحف بقوانين مندل .

ب- معرفة احتمال الحصول على ٥ أفراخ زاحفة من كل انثى

جـ- معرفة احتمال الحصول على ٣ أفراخ زاحفة و ٢ طبيعية .

الفصل التاسع

وراثة العشائر

Population Genetics

في هذا الفصل سوف نتناول دراسة توارث بعض الصفات الكمية في العشائر أو مجاميع الحيوانات الكبيرة العدد والتغيرات التي تطرأ على التركيب الوراثي للعشيرة جيلاً بعد آخر نتيجة لتنفيذ الطرق المختلفة لتحسين الصفات الاقتصادية ذات الاهتمام. تعرف العشيرة الوراثية بانها مجموعة كبيرة من افراد التربية breeding group وان وراثة العشيرة يقصد به تأثير انتقال الجينات من جيل الى آخر على الاداء الانتاجي لكل جيل. من المعلوم انه من خلال انتقال الجينات عبر الاجيال تتجزأ التراكيب الوراثية للآباء والامهات عند تكوين الكميتات التي بدورها تتحد بعد التزاوج بتوافقات جديدة لتكون جيل النسل القادم. وعليه فان جينات العشيرة الواحدة تستمر عبر الاجيال اللاحقة ولكن مع تغير في نسبة حدوث التراكيب الوراثية بين الافراد في حالة التزاوج غير العشوائي.

ان دراسة التركيب الوراثي للعشيرة من شأنه ان يعطي وصفا لنسبة الجينات المتوفرة في تلك العشيرة وهذه النسبة تمثل الدرجة التي يكون فيها جين معين نادر او وفير، وبعبارة اخرى دراسة نسبة المواقع التي تحتلها سلسلة من الاليلات الخاصة بجين معين. وهذا ما يطلق عليه بتكرار الجين Gene frequency في العشيرة. على سبيل المثال فان تكرار الجين R يقصد به نسبة مجموع الجينات R الموجودة في العشيرة الى المجموع الكلي لذلك الجين واليله الواقعان على نفس الموقع الجيني Locus بين افراد تلك العشيرة. وعليه، فان تكرار الجين يمثل احتمال حدوث جينا معينا في موقع كروموسومي معين Locus عند انتخاب كروموسوم واحد بصورة عشوائية. ولغرض توضيح كيفية حساب تكرار الجين سوف نتناول دراسة ميكانيكية التوريث وما يحدث عنها لزوج واحد من الجينات، ولنفرض ان زوج

الاليلات R و r متوفرة في عدد معين من حيوانات العشيرة ، وعليه فان انواع التراكيب الوراثية المحتملة الحدوث بين افراد تلك العشيرة هي rr و Rr و RR ، ولو فرضنا ان التركيب الوراثي المتنحي rr يؤدي الى ظهور صفة اللون الابيض في ابقار الشورتهورن ، وان التركيب الوراثي RR يؤدي الى ظهور اللون الاحمر والتركيب الوراثي الخليط Rr يؤدي الى ظهور اللون المزيج من كلا اللونين والمسمى باللون الطوبي ، وكان حجم القطيع ومواصفاته الوراثية والمظهرية كما يلي :

اللون المظهري	التركيب الوراثي	عدد الافراد
الاحمر	RR	٢٨
الطوبي	Rr	١٤
الابيض	rr	٨

وعليه فان تكرار الجين R والذي يرمز له بالحرف q يمكن حسابه كالآتي :

$$qR = \frac{\text{٢} \times \text{عدد الافراد النقية للأليل} + \text{عدد الافراد الخليطة لذلك الاليل}}{\text{٢} \times \text{مجموع الافراد}}$$

$$= \frac{\text{٢} \times \text{٢٨} + \text{١٤}}{\text{٢} \times \text{٥٠}} = \text{٠,٧}$$

اي ان نسبة الاليل R تساوي ٧٠٪ من نسبة مجموع اليلاته في ذلك الموقع الجيني ولتلك العشيرة المعينة. ولقد تم معرفة هذه النسبة على اساس ان في كل خلية وفي كل حيوان من حيوانات القطيع الذين عددهم ٥٠ فرداً يوجد زوج واحد من الجينات المؤثرة في صفة اللون وعليه فانه هنالك ١٠٠ جين تؤثر في الصفة. وان من بين مجموع هذه الافراد فان الابقار ذي اللون الطوبي تحوي الخلايا الجسمية لكل منها على جين واحد له علاقة

باللون الاحمر في حين انه هنالك ٢٨ فرداً تحوي الخلايا الجسمية لكل منها على جينين اثنين يؤديان الى ظهور صفة اللون الاحمر. اي ان مجموع الجينات المسببة لظهور اللون الاحمر يساوي ٧٠ جيناً من مجموع الجينات التي لها علاقة بتلك الصفة في تلك العشيرة. ولغرض التوصل الى معرفة تكرار جيناً معين يجب ان يكون في المستطاع التميز مظهرياً بين افراد الحيوانات بشكل واضح ، اي ان تكون الصفة غير خاضعة لفعل الجين السائد تماماً.

من ناحية اخرى يجب التمييز بين تكرار الجين وتكرار التراكيب الوراثية ، ففي المثال السابق تكرار الجين R يساوي ٠,٧ في حين تكرار التركيب الوراثي RR يساوي ٠,٥٦ وتكرار التركيب الوراثي rr يساوي ٠,١٦ والحقيقة الاخرى التي يجب التأكيد عليها هي ان مجموع تكرار الجينات يساوي ١ . ففي مثالنا السابق كان تكرار الجين R يساوي ٠,٧ وعليه فان تكرار اليله r والذي يرمز له بالحرف P فيساوي ٠,٣ أي أن :

$$q + p = 1$$

ان تكرار الجين في العشيرة التي تتزاوج فيها الذكور والاناث بصورة عشوائية يبقى ثابتاً من جيل الى آخر في حالة غياب القوى المؤثرة على تكرار الجين كالانتخاب او الطفرة او الهجرة او الصدفة. وان تكرار التراكيب الوراثية Genotypic frequency يعتمد على تكرار الجين في كلا من الآباء والامهات كما هو موضح ادناه :

	qR = ·7	Pr = ·3	
qR = ·7	RR·49	Rr·21	النسل الناتج
Pr = ·3	Rr·21	rr·09	

ويمكن ملاحظة ان تكرار الجين R بين افراد النسل الناتج يبقى ثابتاً اي مساوياً لتكراره في جيل الآباء والامهات (qR = 0.7) وان تكرار التراكيب الوراثية لافراد النسل الناتج هو نتيجة لمربع تكرار كميتات الآباء والامهات. واستناداً الى ما تقدم فأنه يمكن ان نستنتج الحقائق التالية :

آ- لغرض تقدير نسبة التراكيب الوراثية المختلفة بين افراد النسل الناتج يجب معرفة تكرار الجين بين الافراد المتزاوجة.

ب- نسبة التراكيب الوراثية المتوقعة هي حاصل ضرب تكرار الجين في الآباء مع تكرار الجين في الامهات.

جـ- يبقى تكرار الجين ذي الاهتمام ثابتاً جيلا بعد آخر في حالة التزاوج العشوائي وغياب القوى المؤثرة على التكرار.

وطبقاً لهذه الحقائق فقد وضع كل من العالمين الانكليزي G. W. Hardy والالماني W.Weinberg عام ١٩٠٨ قانون الاتزان المعروف بقانون هاردي- وينبرغ الذي مفاده «في العشيرة الكبيرة الحجم والتي فيها التزاوج عشوائي فان كلا من تكرار الجين وتكرار التراكيب الوراثية المختلفة يبقى ثابتاً من جيل الى آخر في حالة غياب القوى التي تؤثر على تكرار الجين». وعلى هذا الاساس فانه بالامكان التعرف فيما اذا كانت العشيرة في حالة اتزان هاردي وينبرغ ام لا. لنفرض ان مجموعة كبيرة من الافراد تحمل الاليلات R و r وبتكرار q و p على التوالي فان احتمال ان يكون اي من الافراد حاملاً للتركيب الوراثي RR يساوي احتمال اتحاد اي جين واي بيضة من الأب والام يحملان الجين R وهذا الاحتمال للتركيب الوراثي RR يساوي q^2 وان احتمال حدوث التركيب الوراثي rr يساوي p^2 وبالنسبة للنسل الخليط التركيب الوراثي Rr فان احتمال حدوثه يساوي احتمال اتحاد الحيمن المحتوي على الجين R مع البيضة المحتوية على الجين r وبالعكس وهذا يساوي 2pq. وعليه فان التراكيب الوراثية المختلفة او التوزيع الزايكوتي للجينات R و r وتحت ظروف التزاوج العشوائي هو $(q+p)^2$ ويساوي $q^2+2pq+p^2$ اي ان نسبة التراكيب الوراثية المختلفة الممكن حدوثها لهذا الزوج من الجينات هي : $q^2RR+2pqRr+p^2rr$ وهكذا فانه يمكن الاستدلال على توازن العشيرة او التوزيع الزايكوتي بمقارنة نسبة الافراد الخليطة التركيب الوراثي الموجودة فعلاً في العشيرة مع قيمة 2pq المتوقعة حيث ان تطابق تلك القيم يدل على ان العشيرة في حالة اتزان هاردي- وينبرغ. والجدير بالذكر انه في حالة زوج واحد من الجينات فان العشيرة غير المتزنة تظهر فيها حالة اتزان هاردي- وينبرغ بعد جيل واحد من التزاوج العشوائي.

المعدل والتباين في العشيرة العشوائية :

The mean and Variance in a random mating population

إن الصفات الانتاجية في الدواجن وكما هو الحال في بقية حيوانات المزرعة تقاس على اساس انها صفات مستمرة .وبذلك فروقات الاداء الانتاجي بين الافراد هي فروقات كمية . ومن وجهة نظر المربي فإن الهدف الاساسي للتحسين الانتاجي هو الزيادة في معدل انتاج القطيع وراثيا من جيل الى آخر التي بدورها تتأثر بتكرار الجينات المؤثرة على الصفة ودرجة التباين حول المعدل .

انِ الاداء الانتاجي phenotype للفرد هو نتيجة مايحمله ذلك الفرد من تراكيب وراثية Genotypes وتأثير البيئة Environment والتداخل بينها ، أي ان الصفة المظهرية للفرد يعبر عنها :

$$P = G + E + GE$$

وفي الحالة التي تكون مجموعة من الافراد مرباة تحت نفس الظروف البيئية من تغذية ، ودرجة حرارة والحالة الصحية وظروف البيئة الاخرى فإن معدل انتاج تلك المجموعة والتباين هما نتيجة ما تحمله تلك الافراد من التراكيب الوراثية المختلفة والمؤثرة على الصفة . وعلى سبيل المثال في العشيرة ذي التركيب الوراثي التالي :

Genotype	Frequency "f"	Genotypic value "G"	f G
التركيب الوراثي	التكرار	القيمة الوراثية	القيمة الوراثية × التكرار
A_1A_1	p^2	$+a$	p^2a
A_1A_2	$2pq$	d	$2pqd$
A_2A_2	q^2	$-a$	$-q^2a$

حيث تمثل a+ وa– المسافة بين القيمة الوراثية للتراكيب الوراثية النقية ومقدارها 2a وان القيمة الوراثية للفرد الخليط والمعبر عنها بالرمز d هي درجة انحراف تلك القيمة عن معدل انتاج التراكيب الوراثية النقية اي تمثل درجة السيادة كما موضح في الشكل التالي :

$A_1 A_1$	$A_1 A_2$	$A_2 A_2$
$+a$	d	$-a$

وعليه فإن قيمة d يمكن أن تأخذ اي قيمة سالبة او موجبة وهي تعتمد على درجة السيادة للجين السائد حيث تكون قيمة d تساوي صفرا في حالة غياب السيادة ، وتكون موجبة في حالة سيادة الاليل A_1 وسالبة في حالة سيادة الاليل A_2. وهكذا من معرفة قيم التراكيب الوراثية وتكراراتها يمكن تقدير متوسط الاداء الانتاجي وراثيا للعشيرة والتباين وفق الطرق الاحصائية المعروفة ، حيث يكون المعدل M للعشيرة المتزاوجة عشوائيا ولزوج واحد من الجينات Single locus

$$M = p^2a + 2pqd + (-q^2a)$$

$$= p^2a + 2pqd - q^2a$$

$$= p^2a - q^2a + 2pqd$$

$$= a(p^2 - q^2) + 2pqd$$

$$= a[(p-q)(p+q)] + 2pqd$$

$$\therefore M = a(p-q) + 2pqd$$

وفي حالة اكثر من زوج واحد من الجينات فإن المعدل هو محصلة تأثير جميع ازواج الجينات المؤثرة على الصفة ، أي أن :

$$M = \Sigma a(p-q) + 2\Sigma pqd$$

وفي علم التربية والتحسين كما اشرنا سابقا فإن الهدف الرئيس للمربي هو زيادة معدل انتاج القطيع وراثيا للصفة او الصفات ذات الاهتمام. وبالنظر لان القيمة الوراثية للفرد تعد قيمة ثابتة وانه لا وسيلة لتغير فعل الجينات في الفرد لذا يلجأ الى زيادة تكرار الجينات المرغوبة والاستفادة من تباين حدوث الصفة بين افراد القطيع حيث يحتفظ بالافراد المتفوقة الانتاج (أي الافراد الحاملة للجينات المرغوبة) مقارنة بمعدل انتاج القطيع لتكون آباء الجيل القادم. وهذا يكون بمثابة احلال الجينات المرغوبة محل الاخرى الموجودة في القطيع عبر الاجيال. وعن مدى تأثير هذا الاحلال للجينات المرغوبة فان درجة

التحسين الوراثي تعتمد على تكرار الجين المرغوب في العشيرة او القطيع حيث على سبيل المثال فإن التأثير الوراثي لانتخاب احسن الآباء على معدل انتاج افراد الجيل القادم وراثيا في العشيرة التي يكون فيها تكرار الجين المرغوب ١٠٠٪ اي الواحد الصحيح يساوي صفرا مقارنة للتحسين الوراثي الناتج من عشيرة فيها تكرار الجين المرغوب اقل من الواحد الصحيح حيث يكون التغير في معدل انتاج الابناء قيمة موجبة .

وكمثال عن تقدير المعدل في العشيرة العشوائية نفترض ان صفة انتاج البيض تتأثر بزوج واحد من الجينات A_1 – وإن تكرار الجين A_1 في هذه المجموعة = ٠,٦٠ وإن الافراد الحاملة للتركيب الوراثي النقي لهذا الجين يكون معدل انتاجها الشهري ٢٥ بيضة والافراد الخليطه A_1A_2 ٢٠ بيضة وللافراد المتنحية التركيب الوراثي A_2A_2 ١٥ بيضة فإن التركيب الوراثي ومعدل الانتاج يكون كما يلي :

$$P^2A_1A_1 = \cdot 36$$

$$2pq\,A_1A_2 = \cdot 48$$

$$q_2\,A_2\,A_2 = \cdot 16$$

$$a = \frac{25 - 15}{2} = 5$$

$$\text{mid point} = \frac{25 + 15}{2} = 20$$

$$d = 20 - 20 = 0\cdot 0$$

$$M = a\,(p - q) + 2pqd$$

$$M = 5\,(\cdot 6 - \cdot 4) = 5 \times \cdot 2 = 1\cdot 0$$

وبما ان المتوسط M مقاس من منتصف الاداء الانتاجي للتراكيب الوراثية النقية فيكون المتوسط الحقيقي :

$$20 + 1 = 21$$

وبهذا يمكن ملاحظة ان المعدل يتأثر بتكرار الجين المؤثر على الصفة ودرجة السيادة لذلك الجين او الجينات .

متوسط اثر الجين وابدال الجينات Average gene effect and genes substitution

يعبر عن متوسط اثر الجين الذي يؤثر في الصفة ذات الاهتمام بمقدار انحراف اثر ذلك الجين عن متوسط الاداء الانتاجي للمجموعة . من ناحية اخرى ، فإن متوسط تأثير استبدال الجين بأليله يعبر عنه بمقدار التغير الحاصل في انتاجية مجموعة من الافراد المنتخبة عشوائياً من العشيرة لاحلال الجين المرغوب فيها محل الاليل الآخر التي بدورها تورث هذا الجين الى النسل القادم .

وعلى الرغم من ان للتعبيرين اعلاه علاقة مع بعضها فلا بد من التميز بين المصطلحين حيث ان متوسط اثر الجين Average gene effect هو معدل قيمة الافراد الحاصلين على الجين المرغوب من الآباء في حين ان متوسط أثر الاستبدال gene substitution يقصد به معدل تأثير الاليل ناقصا معدل تأثير الاليل الآخر. ولتوضيح ذلك نفرض ان لدينا التراكيب الوراثية ومواصفات العشيرة التالية :

Genotype	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2	التركيب الوراثي
Genotypic value	$+a$	d	$-a$	القيمة الوراثية
frequency	p^2	$2pq$	q^2	التكرار

ولو رمزنا لمعدل تأثير الاليل A_1 بالحرف k_1 فأن :

$$k_1 = pa + qd - (Pa - qa + 2pqd)$$

$$= pa + qd - pa + qa - 2pqd$$

وباختصار قيمة pa وتجزئة الحد الثالث من المعادلة فإن :

$$k_1 = qd + qa - pqd - pqd$$

$$= qd + qa - pqd - qd(1 - g)$$

$$= qd + qa - pqd - qd + q^2d$$

$$= qa - pqd + q^2d$$

وبتحويل الحد الثالث الى موقع الحد الثاني فإن :

$$k_1 = qa + q^2d - pqd$$

$$k_1 = q(a + qd - pd)$$

$$\therefore k_1 = qa + d(g - p)$$

وبنفس الطريقة يمكن استنتاج قيمة معدل تأثير الاليل A_2 والذي نرمز له بالحرف k_2

$$k_2 = -p[a + d(q - p)]$$

ومن معادلة الفرق بين تأثير الاليلين الذي نرمز له بالحرف k أي تأثير احلال الجين فإن k :

$$k = k_1 - k_2$$

$$= q[a + d(q - p)] - \{-p[a + d(q - p)]\}$$

$$k = q[a + d(q - p)] + p[a + d(q - p)]$$

وباستخراج القيمة $a + d(g - p)$ كعامل مشترك فإن :

$$k = [a + d(q - p)]\{(q + p)\}$$

ولما كانت قيمة $(q + p) = 1$

$$\therefore k = a + d(q - p)$$

وعليه فإن قيمة $k_1 = qk$

وان قيمة $k_2 = -pk$

وان قيمة $a = k - d(q - p)$

وكمثال تطبيقي على ذلك نفترض أن الاداء الانتاجي لزوج الجينات A_1 و A_2 في العشيرة العشوائية التزاوج كما يلي :

Genotype	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2	التركيب الوراثي
frequency	.36	.48	.16	التكرار
performance	25	25	15	الاداء الانتاجي

في هذه العشيرة يكون لدينا القيم التالية :

$$pA_1 = \cdot 60$$

$$qA_2 = \cdot 40$$

$$a = 5\cdot 0$$

$$d = 2\cdot 0$$

وعليه فإن معدل الاداء الانتاجي للعشيرة يكون :

$$M = a(p - q) + 2pqd$$

$$= \cdot 50(\cdot 6 - \cdot 4) + 2 \times \cdot 6 \times \cdot 4 \times 2 = 1\cdot 96$$

والمتوسط الحقيقي True mean $= 20 + 1\cdot 96 = 21\cdot 96$

وان مقدار متوسط اثر الاليل A_1 والذي يساوي k_1

$$k_1 = q[a + d(q - p)]$$

$$= \cdot 4[5 + 2(\cdot 4 - \cdot 6)] = 1\cdot 84$$

اما مقدار متوسط اثر الاليل A_2 والذي يساوي k_2

$$k_2 = .p[a + d(q - p)]$$

$$= -\cdot 6[5 + 2(\cdot 4 - \cdot 6)] = -2\cdot 76$$

وإن معدل تأثير استبدال الاليلات والتي تساوي k

$$k = k_1 - k_2 = 1\cdot 84 - (-2\cdot 76) = 4\cdot 6$$

القيمة الوراثية للتركيب الوراثي Breeding value of a genotype

تتكون القيمة الوراثية BV لاي تركيب وراثي من معدل مجموع تأثيرات اليلات ذلك التركيب الوراثي اعتمادا على تكرار الاليل في العشيرة. أي ان معدل القيمة الوراثية للتراكيب الوراثية المختلفة في العشيرة يساوي مجموع القيم الوراثية لكل تركيب وراثي مضروبا في نسبة حدوثه. فلو فرضنا المعلومات التالية لعشيرة وراثية

Genotype	frequency	BV
A_1A_1	P^2	$2k_1 = 2qk$
A_1A_2	$2pq$	$k_1 + k_2 = (q - p)k$
A_2A_2	q	$2k_2 = -2pk$

وعليه فإن معدل القيمة الوراثية لزوج الاليلات A_1 − في العشيرة يكون :

$$MBV = p^2(2qk) + 2pq[k(q-p)] + {}^{2}(-2pk)$$

$$= 2p^2qk + 2pq(qk - pk) - 2pq^2k$$

$$= 2p^2qk + 2pq^2k - 2p^2qk = 0{\cdot}0$$

وهكذا فان معدل القيمة الوراثية للتركيب الوراثي في العشيرة العشوائية يساوي صفر.

الانحراف السيادي : Dominance Deviation

يقصد بالانحراف السيادي تاثير تداخل اليلات زوج واحد من الجينات Single locus كما في معدل تأثير الجينات والقيمة الوراثية حيث يعتمد على تكرار الجين في المجتمع . ان قيمة اي تركيب وراثي Genotypic value والتي يرمز لها GV تتأثر بالقيمة الوراثية A والانحراف السيادي D وعليه فإن :

$$GV = A + D$$

وبالنظر لان الانحراف السيادي يختلف تبعا لتجانس الاليلات في التركيب الوراثي فسوف يكون للزوج الواحد من الجينات ثلاث تقديرات مختلفة لكل من A_1A_2, A_2A_2 A_1A_1 وذلك بايجاد قيمة GV لكل تركيب وراثي التي يعبر عنها بانحراف GV عن متوسط اداء العشيرة وكما يلي :

١ - لزوج الجينات A_1A_1

$$
\begin{aligned}
GV\, A_1A_1 &= a - [a(p-q) + 2pqd] \\
&= a - (pa + qa + 2pqd) \\
&= a - pa - qa - 2pqd \\
&= a(1 - p + q) - 2pqd
\end{aligned}
$$

وحيث ان $q = 1 - p$

$$
\begin{aligned}
&= a(q + q) - 2pqd \\
&= 2qa - 2pqd \\
&= 2q(a - pd)
\end{aligned}
$$

وبالتعويض عن قيمة a بما يساويها حيث $a = k - d(q - p)$ فان :

$$
\begin{aligned}
GV\, A_1A_1 &= 2q[k - d(q - p) - pd] \\
&= 2q(k - qd + pd - pd) \\
&= 2q(k - qd)
\end{aligned}
$$

وبما ان القيمة الوراثية BV لزوج الاليلات $A_1A_1 = 2qk$

$$
\begin{aligned}
\therefore D &= 2q(k - qd) - 2qk \\
&= 2qk - 2q^2d - 2qk \\
&= -2q^2d
\end{aligned}
$$

٢- لزوج الجينات : A_1A_2

$$GV\ A_1A_2 = d - [a(p-q) + 2pqd]$$

وبالتعويض عن قيمة a بما يساويها كما جاء اعلاه فإن :

$$GV\ A_1A_2 = d - \{[k - d(q-p)](p-q) + 2pqd\}$$

$$= d - [(k - qd + pd)(p-q) + 2pqd]$$

$$= d - [pk - pqd + p^2d - qk + q^2d - pqd + 2pqd]$$

$$= d + 2pqd - 2pqd - p^2d - q^2d + k(q-p)$$

$$= d - p^2d - q^2d + k(q-p)$$

$$GV\ A_1A_2 = d(1 - p^2 - q^2) + k(q-p)$$

∴ قيمة الانحراف السيادي D

$$D = d(1 - p^2 - q^2) + k(q-p) - k(q-p)$$

وحيث ان : $q = 1-P$

$$D = d[1 - p^2 - (1 - 2p + p^2)]$$

$$= d(1 - p^2 - 1 + 2p - p^2)$$

$$= d(2p - 2p^2)$$

$$= d[2p(1-p)]$$

وحيث ان : $q = 1 - p$

$$\therefore D = 2pqd$$

٣- لزوج الجينات : A_2A_2

$$GV\ A_2A_2 = -a - [a(p-q) + 2pqd]$$

$$= -a - (pa - qa + 2pqd)$$

وبالتعويض عن قيمة q في الحد الثالث بما يساويها $g = 1 - p$ فإن :

$$GV\ A_2A_2 = -a - pa + a(1 - p) - 2pqd$$
$$= -a - pa + a - pa - 2pqd$$
$$= -2pa - 2pqd$$
$$= -2p(a + qd)$$

وبالتعويض عن قيمة a بما يساويها كما جاء سابقا فإن :

$$GV\ A_2A_2 = -2p[k - d(q - p) + qd]$$
$$= -2p(k - qd + pd + qd)$$
$$= -2p(k + pd)$$

وعليه فأن الانحراف السيادي D

$$D = -2p(k + pd) - (-2pk)$$
$$= -2pk - 2p^2d + 2pk = -p^2d$$

اما عن علاقة أو درجة ارتباط القيمة الوراثية BV بالانحراف السيادي D لمجموع الاليات المختلفة التركيب الوراثي فيمكن تقديرها وفق الطرق الاحصائية المعروفة ومن نواتج حساب التغاير Covariance بين المتغيرين وكما يلي :

Genotype	freq.	BV	D
A_1A_1	p^2	2pk	$-2q^2d$
A_1A_2	2pq	$k(q-p)$	2pqd
A_2A_2	q^2	$-2pk$	$-2p^2d$

وتكون نواتج الضرب مساوية للتغاير وكما يلي :

$$\text{Cross products} = \text{COV.} = -4p^2q^3dk + 4p^2q^2d(g-p)k + 4p^3q^2dk$$

$$= -4p^2q^3dk + 4p^2q^3dk - 4p^3q^2dk + 4p^3q^2dk$$

$$= 0{\cdot}0$$

وهذا يعني ان القيمة الوراثية للتراكيب الوراثية المختلفة وانحرافات السيادة هي حالة مستقلة تماما ، أي ان درجة الارتباط تساوي صفر.

كذلك الحال فأن يمكن من الجدول اعلاه البرهان على ان معدل مجموع انحرافات السيادة = صفر

$$D = -2p^2q^2d + 4p^2q^2d + C - 2p^2q^2d) = 0$$

ومما تقدم ، يمكن التوصل الى معرفة الحقائق التالية بخصوص العلاقات بين المعالم الوراثية المختلفة.

١ – ان القيمة الوراثية للتركيب الوراثي تساوي القيمة التجميعية لتأثير جينات ذلك التركيب أي ان BV = AV

٢ – في حالة ان يكون فعل الجينات مضيفا للاثر فأن درجة السيادة d تساوي صفر وان k = a . وفي هذه الحالة يكون الاداء الانتاجي للافراد الخليطة التركيب الوراثي مساويا لمعدل الاداء الانتاجي للافراد النقية التركيب الوراثي.

٣ – ان معدل تأثير احلال الجين هو الفرق بين معدل تأثير الاليلات.

٤ – انحراف قيمة التركيب الوراثي عن القيمة الوراثية هو مقدار الانحراف السيادي.

٥ – في حالة زوج واحد من الجينات فأن قيمة التركيب الوراثي هو محصلة معدل العشيرة M زائدا الانحراف التجميعي زائدا الانحراف السيادي اي ان G = M + A + D

ثانيا : المكونات الوراثية للتباين: Genetic Components of variance

ان قيمة التركيب الوراثي للفرد ، كما اوضحنا مسبقا ، هي محصلة تأثير معدل العشيرة التي ينتمي اليها ذلك الفرد اضافة الى التأثير السيادي والتجميعي لذلك التركيب الوراثي.

ومن المعلوم احصائيا ان تباين مجموع أي قيمتين ولتكن X و y هو

$$V(X + Y) = VX + VY + 2COV(XY)$$

وعليه فأن :

$$VG = VA + VD + 2COV(AD)$$

ومن معرفة تكرار التراكيب الوراثية والانحراف التجميعي والسيادي لكل تركيب وراثي يمكن حساب التباينات اعلاه وكما يأتي :

Genotype	freg	Additive Dev.	Dom. Dev.
A_1A_1	p^2	$2pk$	$-2q^2d$
A_1A_2	$2pq$	$k(g-p)$	$2pqd$
A_2A_2	q^2	$-2pk$	$-2p^2d$

وبما ان التأثير التجميعي والسيادي عن معدل العشيرة وان معدل القيمة الوراثية وانحرافات السيادة تساوي صفراً ، فان بالامكان حساب تباين القيمة الوراثية A والسيادة D كمجموع المربعات مضروباً في التكرار: وعليه

$$VA = p^2(4p^2k^2) + 2pq(q-p)^2k^2 + q^2(4p^2k^2)$$

$$= 2pqk^2[2pq + (q-p)^2 + 2pq]$$

$$= 2pqk^2(2pq + q^2 - 2qp + p^2 + 2pq)$$

$$= 2pqk^2$$

وبالتعويض عن قيمة k بما يساويها حيث :

$$k = [a + d(q-p)]$$

$$\therefore VA = 2pq[a + d(q-p)]^2$$

وبنفس الطريقة فان التباين السيادي VD يمكن تقديره كما يأتي :

$$VD = p^2(4q^4d^2) + 2pq(4p^2q^2d^2) + q^2(4p^4d^2)$$

$$= 4p^2q^2d^2(q^2 + 2pq + p^2)$$

$$= (2pqd)^2$$

اما عن تغاير COV الاثر التجميعي A والاثر السيادي D فهو:

$$COV(AD) = p^2(-4q^3kd^7 + 2pq[2pq(q-p)kd] + q^2(4p^3kd)$$

$$COV(AD) = 4p^2q^2kd(-q+q-p+p) = 0\cdot0$$

وعليه فان المجموع الكلي للتباين V_G يكون:

$$V_G = VA + VD$$

$$= 2pqk^2 + (2pqd)^2$$

$$= 2pq(k^2 + 2pqd^2)$$

من قيم التباين اعلاه يمكن الاستنتاج انه في حالة غياب السيادة (d = o) فان مجموع التباين الوراثي يساوي تباين الاثر التجميعي اوالقيمة الوراثية. كذلك يمكن الاستنتاج الى ان التباين يتناسب مع نسبة الافراد الخليطة في العشيرة. والملاحظة المهمة ان التباين يكون اعلى في حالة ان يكون تكرار الجين قيمة وسطية.

التباين التفوقي : Epistatic Variance

التباين التفوقي هو التباين الناتج من تأثير اكثر من زوج واحد من الجينات التي بدورها تؤثر على الصفة ، كما هو الحال في معظم الصفات الانتاجية. ولغرض تقدير هذا النوع من التباين فيمكن الاستعانة في جدول تحليل التباين حيث يتم ارجاع مصادر التباين الى كل من تأثيرها الاليلات المختلفة المؤثرة في الصفة وتأثيرات التداخل بين هذه الاليلات. وكمثال على ذلك نفترض ان صفة انتاج البيض يؤثر فيها زوجان من الجينات المختلفة ولتكن A و B وبتكرار يساو ٠,٦ و ٠,٨ على التوالي وان الاداء الانتاجي وتكرار التراكيب الوراثية المختلفة كان كمايلي :

التركيب الوراثي Genotype	الانتاج Performance	التكرار frequency
AA BB	24	0.2304
AA Bb	21	0.1152
AA bb	18	0.0144
Aa BB	21	0.3072
Aa Bb	18	0.1536
Aa bb	15	0.0192
aa BB	18	0.1024
aa Bb	15	0.0512
aa bb	12	0.0064

ومن هذه البيانات يمكن تجزئة التباين الكلي الى مصادره الاصلية كما في الجدول التالي

	AA	Aa	aa	Total and means
BB	24	21	18	$\Sigma fx = 13.824$ $\bar{X} = 21.60$
Bb	21	18	15	$\Sigma fx = 5.952$ $\bar{X} = 18.60$
bb	18	15	12	$\Sigma fx = 0.6240$ $\bar{X} = 15.60$
	$\Sigma fx = 8{\cdot}208$ $\bar{X} = 22{\cdot}80$	$\Sigma fx = 9{\cdot}504$ $\bar{X} = 19{\cdot}80$	$\Sigma fx = 2{\cdot}688$ $\bar{X} = 16{\cdot}80$	$\Sigma fx = 20{\cdot}4$ $\Sigma f = 1{\cdot}00$

يتضح من الجداول اعلاه ان التباين الكلي سببه التباين الذي مصدره الجين A واليله a وكذلك الجين B واليله b والتباين الذي مصدره التداخل بين الجين A × B والذي يطلق عليه بالتفوق. وعليه يكون جدول تحليل التباين

S.O.V.	d.f	SS	MS
Locus A	2	SSA	$SSA/_2$
Locus B	2	SSB	$SSB/_2$
A × B	4	SSAB	SSAB/4
Total	8	SST	SST/8

ولو رمزنا للتباين الكلي بـSST

فإن

$$SST = \Sigma fx^2 - (\Sigma fx)^2$$

$$= \cdot2304\,(34)^2 + \cdot1152\,(21)^2 + \cdots + \cdot0064\,(12)^2$$

$$- (20\cdot4)^2 = 7\cdot20$$

اما بالنسبة للتباين الخاص بالاليل A فيمكن تقديره من المعادلة التي تجمع بين التأثير التجميعي VA والتأثير السيادي VD والتي هي :

$$\sigma_A^2 = VA + VD = 2pq\,[\,a + d\,(q - p)\,]^2 + (2\,pqd)^2$$

وبالنسبة للموقع الجيني A فان :

a = 3

d = 0.0

وعليه

$$\sigma_A^2 = 2 \times \cdot6 \times \cdot4\,[\,3 + 0\cdot0\,]^2 + 0\cdot0 = 4\cdot32$$

وبنفس الطريقة بالنسبة للموقع الجيني B حيث ان :

a = 3.0

b = 0.0

وعليه

$$\sigma_B^2 = 2 \times \cdot8 \times \cdot2\,[\,3 + 0\cdot0\,]^2 = 2\cdot88$$

∴ التباين التفوقي = التباين الكلي − التباين للموقع A − التباين للموقع B

Epistativ variance = 7.20 − 4.32 − 2.88 = 0.0

وهذا يدل على ازواج الجينات المختلفة التي تؤثر في الصفة يسلك كل منها سلوكاً تجميعياً Additive effect وان لاوجود لحالة تفاعل الاليلات لازواج الجينات المختلفة.

تمارين الفصل التاسع

٩ - ١ لماذا يهتم الوراثيين بمعرفة الاسس العلمية لتكرار الجين.

٩ - ٢ في قطيع من دجاج النيوهمشاير الثنائي الغرض العرف الوردي سائد تماماً على العرف المفرد ، وكانت نسبة الافراد ذو العرف الوردي ٨٤٪ من مجموع افراد القطيع فما هي نسبة الافراد الخليطة التركيب الوراثي لصفة شكل العرف الوردي وما هو تكرار الجين المسؤل عن شكل العرف المفرد.

٩ - ٣ هل تؤثر درجة سيادة الجين على كفاءة الانتخاب؟ وضح ذلك من حيث افضل فعل للجينات المرغوبة وعلاقتها بالانتخاب.

٩ - ٤ في قطيع من دجاج اللحم وبافتراض ان صفة وزن الجسم الحي عند عمر ٨ اسابيع تتأثر بفعل زوج الجينات A و a حيث التركيب الوراثي A – قيمته ٢ كغم وكانت نسبة الافراد ذو التركيب الوراثي aa تساوي ٣٦٪ فما هي قيمة المتوسط الحقيقي لوزن الجسم في القطيع.

٩ - ٥ من بيانات السؤال ٩ - ٤ اعلاه ماهو مقدار متوسط اثر الاليل A والاليل a وماهو معدل تأثير الاستبدال.

٩ - ٦ ماهي الحقائق العلمية التي تؤكد ان القيمة الوراثية للتركيب الوراثي للصفة تساوي القيمة التجميعية لتأثير جميع الجينات الداخلة في ذلك التركيب الوراثي.

٩ - ٧ وضح بمثال عن تأثير نسبة الافراد الخليطة في العشيرة على قيمة التباين لصفة ما ومعدل الاداء الانتاجي.

القوى التي تؤثر في تكرار الجين

The forces which change Gene Frequency

في تربية الحيوان والدواجن ، يرغب المربي دائماً في تغير القاعدة الوراثية لقطيعه عبر الاجيال . وان وراثة العشيرة لها علاقة وثيقة مع تغير تكرار الحيوانات بالنسبة لصفة معينة من جيل الى آخر، وخلال عملية التوريث ، وكما هو معلوم ، فان التراكيب الوراثية للآباء تتجزأ لتتحد وفق مجاميع جديدة ونسب مختلفة بين افراد جيل النسل الناتج وتبعاً لطرق التربية المختلفة. ان الجينات المتواجدة ضمن القاعدة الوراثية للعشيرة تبقى ثابتة من جيل الى آخر بما تؤديه من فعل ولكنها تتغير من ناحية تكرار حدوثها بين الافراد في كل جيل كنتيجة لعوامل تؤدي الى تغير ذلك التكرار.

وأهم هذه العوامل او القوى التي تؤدي الى تغير تكرار الجيل عبر الاجيال والتي تعد وسيلة فعالة بيد المربي لتغير تكرار جين او جينات معينة هو الانتخاب والذي بابسط معانيه يقصد به الاحتفاظ بمجموعة معينة من افراد القطيع لتكن آباء وامهات الجيل القادم اي تعني ايضاً حالة استبعاد بعض الافراد خارج القطيع. ولغرض توضيح فعل الانتخاب في تغير تكرار الجين ومن تغير معدل الاداء الانتاجي نفترض وجود العشيرة الوراثية والمراد دراسة حالة زوج واحد من الجينات ومدى تأثير الانتخاب في تكرار الجين ومعدل الانتاج وطبقاً للمواصفات التالية :

Genotype	BB	Bb	bb	التركيب الوراثي
Performance	2.5	2.5	2.0	الاداء الانتاجي
frequency	720	960	320	التكرار

في هذا القطيع يكون تكرار الجين B :

$$qB = \frac{2 \times 720 + 960 + 0}{2(2000)} = 0{\cdot}60$$

كما وان معدل الانتاج Flock Average

$$FA = \frac{720 \times 2{\cdot}5 + 960 \times 2{\cdot}5 + 320 \times 2{\cdot}0}{2000} = 2{\cdot}42$$

لنفرض انه تم استبعاد جميع الافراد التي تنتج بمستوى ٢ كغم اي انتخاب الافراد التي تنتج بمستوى ٢,٥ كغم لتكون آباء وامهات الجيل القادم فسوف يكون القطيع المنتخب كما يأتي :

Genotype	BB	Bb	التركيب الوراثي
Performance	2.5	2.5	الاداء الانتاجي
frequency	270	960	التكرار

وعليه يكون تكرار الجين B بين افراد المجموعة المنتخبة :

$$qB = \frac{2 \times 720 + 960}{2(720 + 960)} = {\cdot}70$$

اي ان الانتحاب أدى الى رفع تكرار الجين المرغوب او المنتخب له بمقدار ٠,١ من ناحية اخرى ، عند تزاوج الافراد المنتخبة فان التركيب الوراثي والمواصفات الانتاجية لافراد الجيل القادم تكون كما يأتي :

	B·70	b·30
B·70	BB·49	Bb·21
b·30	Bb·21	bb·09

اي ان نسبة الافراد المختلفة والاداء الانتاجي ومعدل انتاج الجيل القادم هي :

Genotype	BB	Bb	bb	التركيب الوراثي
Performance	2.5	2.5	2.0	الاداء الانتاجي
frequency	0.49	0.42	0.09	التكرار

$$FA = .49 \times 2.5 + .42 \times 2.5 + .09 \times 2.0 = 2.455$$

وهكذا فان الزيادة في تكرار الجين المرغوب والمنتخب له أدت الى زيادة في معدل انتاج القطيع للجيل القادم قدرها ٠,٠٣٥ كغم . وعليه فان السبب البايولوجي في زيادة معدل الانتاج للاجيال اللاحقة وعند ممارسة الانتخاب هو الزيادة في تكرار الجينات المؤثرة في الصفة .

وكما هو الحال في حالة زوج واحد من الجينات فان للانتخاب نفس التأثير على بقية ازواج الجينات المؤثرة في الصفة . ولتوضيح ذلك نفرض ان صفة وزن الجسم في المثال السابق تتاثر بزوجين من الجينات المتفاعلة Epistatic وبافتراض ان تكرار الجينات المرغوبة يساوي ٠,٦ كان لدينا العشيرة التالية :

Genotype	A – B –	A – bb	aaB –	aabb
Performance	3	2	2	2
frequency	.706	.134	.134	.026

وعليه يكون معدل انتاج القطيع قبل الانتخاب= ٢,٧٠٢ وعند استبعاد جميع الافراد ذات الانتاجية ٢ كغم والاحتفاظ بالافراد التي تنتج بمستوى ٣ كغم يكون تكرار الجين المرغوب بين افراد الآباء والامهات المنتخبة والافراد الناتجة يساوي ٠,٧١٤ ويكون معدل انتاج قطيع الجيل القادم هو ٢,٨٤ . والحقيقة التي يجب الاشارة اليها في مجال الانتخاب كعامل مهم في تغير نسبة الجينات المرغوبة والمنتخب لها انه كلما زاد عدد

الجينات المؤثرة في الصفة ذات الاهتمام قلت نسبة التحسين الوراثي لمعدل الانتاج كنتيجة للتغير الاقل في تكرار الجينات المؤثرة في الصفة . وكذلك فان لفعل الجينات ودرجة السيادة تأثيراً مباشراً على مقدار التحسين الوراثي حيث ان السيادة والتفوق يؤديان الى انخفاض مقدار التحسين عن المتوقع بوساطة الانتخاب .

ان الافراد المنتخبة لانتاج الجيل القادم تنتج نسلاً باعداد مختلفة ، حيث بعضها ينجب بمعدلات اكبر من غيرها وذلك لتباين القابلية الحيوية ودرجة الخصوبة . وطبقاً لما جاء به العالم الوراثي Falconer (1969) فان نسبة افراد الجيل القادم من الآباء والامهات يطلق عليها درجة الصلاحية Fitness التي تختلف بين الافراد . وعليه يجب ان تؤخذ هذه الدرجة بنظر الاعتبار بالنسبة لافراد المجموعة المنتخبة . وللوصول الى استنتاج عام ، لنفرض ان زوجاً من الاليلات A_1 وA_2 وان تكرار تلك الاليلات هو p و q على التوالي فعليه وعند اختيار الآباء بنسب متفاوتة لكل من التراكيب الوراثية المختلفة فان تفاوت تلك النسب بعد بمثابة معامل الانتخاب والذي يطلق عليه شدة الانتخاب Selection intensity ويرمز له بالحرف s. وبما ان لدرجة السيادة تأثيراً في مقدار تكرار الجين بين افراد الجيل القادم فسوف نتناول حقائق مقدار التغير في تكرار الجين تبعاً لسيادة الجين المنتخب وكما يأتي :

١ – الانتخاب ضد الجين المتنحي : Selection against the recessive

بافتراض ان الاليل A_1 سائد على الأليل A_2 ، ومن العشيرة التالية :

التركيب الوراثي	A_2A_2	A_1A_2	A_1A_1	Genotype
التكرار	q^2	$2pq$	p^2	frequency
درجة الصلاحية	$1-s$	1	1	fitness

يكون العطاء الوراثي Genetic contribution للجيل القادم

$$GC = p^2 + 2pq + q^2 (1 - s)$$

$$= p^2 + 2pq + q^2 - sq^2$$

$$= (p^2 + 2pq + q^2) - sq^2$$

$$= (p + q^7)^2 - sq^2$$

$$= 1 - sq^2$$

اي انه هنالك نسبة فقد في تكرار الجين المتنحي قيمتها sq^2 وان تكرار الجين A_2 بين افراد الجيل القادم يتحصل عليه من اضافة العطاء الكميتي للتركيب الوراثي A_2A_2 زائداً نصف العطاء الكميتي للتركيب الوراثي A_1A_2 مقسوماً على المجموع الجديد اي ان تكرار الجين A_2 والذي يرمز له q_1 يكون :

$$q_1 = \frac{q^2 (1 - s) + \frac{1}{2} (2pq)}{1 - sq^2}$$

وعليه يكون التغير في تكرار A_2 بعد جيل واحد من الانتخاب

$$\Delta q = q_1 - q$$

$$= \frac{q^2 (1 - s) + pq}{1 - sq^2} - q$$

$$= - \frac{sq^2 (1 - q) + pq}{1 - sq^2}$$

٢ - الانتخاب ضد الجين السائد : Selection a gainst Dominant gene

في حالة السيادة التامة وان يكون الانتخاب ضد الجين السائد A_1 بصورة مطلقة اي انه يتم استبعاد جميع الافراد الحاملة A_1 وكما موضح في الافتراضات الآتية :

Genotype	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2	التركيب الوراثي
frequency	p^2	$2pq$	q^2	التكرار
fitness	$1 - 1$	$1 - 1$	1	درجة الصلاحية

فان مقدار التغير في تكرار الجين A_2 وكما سبق من مبادئ العطاء الكمي يكون :

$$\Delta q = q_1 - q$$

وبما ان q_1 تساوي

$$\text{ع} \qquad \frac{q^2 + (1 - 1)}{q^2} = 1$$

$$\therefore \Delta q = 1 - g$$

اما في حالة ان يكون الانتخاب بصورة غير تامة ضد الاليل السائد اي ضد الافراد A_1 – تكون الافتراضات الوراثية كما يأتي :

Genotype	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2	التركيب الوراثي
frequency	p^2	$2pq$	q^2	التكرار
fitness	$1 - s$	$1 - s$	1	درجة الصلاحية

وعليه يكون العطاء الوراثي :

$$GC = p^2(1 - s) + 2pq(1 - s) + q^2$$

$$= p^2 - sp^2 + 2pq - 2pqs + q^2$$

$$= (p + q)^2 - sp(p + 2q)$$

$$= 1 - s(1 - q)(1 - q + 2q)$$

$$= 1 - s(1 - q)(1 + q)$$

$$= 1 - s(1 - q)^2$$

ويكون التكرار q_1 يساوي :

$$g\,1 = \frac{q^2 + pq(1 - s)}{1 - s(1 - q^2)}$$

وان مقدار التغير في تكرار الجين $A_2 = \Delta q$

$$\Delta q = q_1 - q$$

$$= \frac{Sq^2(1-q)}{1-s(1-q^2)}$$

٣- الانتخاب للافراد الخليطة :

في حالة ان تكون صلاحية الفرد الخليط التركيب الوراثي A_1A_2 اعلى من صلاحية الافراد النقية التراكيب الوراثية اي حالة فوق السيادة فعندئذ تكون درجة صلاحية الفرد الخليط = ١ وان للافراد النقية التراكيب الوراثية شدة انتخاب مختلفة كالآتي :

Genotype	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2	التركيب الوراثي
frequency	p^2	$2pq$	q^2	التكرار
fitness	$1-s_1$	1	$1-s_2$	درجة الصلاحية

وعليه يكون مجموع العطاء الوراثي :

$$GC = p^2(1-S_1) + 2pq + q^2(1-S_2)$$

$$= p^2 - S_1p_2 + 2pq + q^2 - S_2q^2$$

$$= p^2 + 2pq + q^2 - S_1p^2 - S_2q^2$$

$$= 1 - S_1p^2 - S_2q^2$$

$$\therefore \Delta q = q_1 - q$$

$$= \frac{pq(S_1p - S_2q)}{1 - S_1p^2 - S_2q^2}$$

اما في حالة غياب السيادة وان يكون الانتخاب ضد الاليل المتنحي A_2 فتكون درجة الصلاحية للافراد الخليطة $= S \frac{1}{2} - 1$ وللافراد المتنحية $A_2A_2 = s - 1$ اي ان التركيب الوراثي وشدة الانتخاب في العشيرة يكونان كما يأتي :

Genotype	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2	التركيب الوراثي
frequency	p^2	$2pq$	q^2	التكرار
fitness	1	$1 - \frac{s}{2}$	$1 - s$	درجة الصلاحية

ويكون مجموع العطاء الوراثي

$$GC = p^2 + 2pq\left(1 - \frac{s}{2}\right) + q^2(1 - S)$$

$$= p^2 + 2pq - pqs + q^2 - sq^2$$

$$= p^2 + 2pq + q^2 - pqs - Sq^2$$

$$= (p + q)^2 - Sq(p + q)$$

$$= 1 - Sq$$

$$\therefore q_1 = \frac{q^2(1 - s) + pq\left(1 - \frac{s}{2}\right)}{1 - sq}$$

$$\Delta q = q_1 - q \qquad = \frac{-\frac{1}{2}pqs}{1 - sq}$$

$$= \frac{-\frac{1}{2}sq(1 - g)}{1 - sq}$$

٢ – الهجرة : Migration

يقصد بالهجرة ادخال عدد من الافراد الى القطيع وخلطها مع افراد القطيع الاصلي. ان للهجرة دوراً فعالاً في تغير تكرار الجين عندما تكون الافراد المهاجرة وافراد القطيع الاصلي مختلفين في تكرار الجين المعني. وعليه فان معدل التغير في تكرار الجين يتوقف على معدل الهجرة اي نسبة الافراد المهاجرة الى نسبة افراد القطيع الاصلي وكذلك على مقدار الفرق في تكرار الجين بين المجموعتين من الافراد.

اما في حالة ان تكون الافراد المهاجرة عبارة عن عينة عشوائية وان تكون المجموعتان متساويتين في تكرار الجين فلا تأثير لعامل الهجرة على تغير تكرار الجين. لنفرض انه في مجموعة كبيرة من الحيوانات نسبة تساوي m من الافراد المهاجرة immigrants وبذا تكون نسبة افراد القطيع الاصلي في تلك المجموعة تساوي $(1 - m)$ ولنفرض ان تكرار جين معين يساوي qm و qo بين افراد المجموعة المهاجرة والاصلية على التوالي فعليه يكون تكرار الجين في المجموعة المتضمنة الحيوانات المهاجرة والاصلية

$$q1 = mqm + (1 - m)\,qo$$
$$= mqm + qo - mqo$$
$$= m(qm - qo) + qo$$

وان مقدار التغير في تكرار الجين g بعد جيل واحد سوف يساوي الفرق بين تكرار الجين قبل وبعد الهجرة اي أن :

$$\Delta q = q1 - qo$$
$$= m(qm - qo) + qo - qo$$
$$= m(qm - qo)$$

وكمثال على ذلك نفرض ان في القطيع الاصلي تكرار الجين A1 = ٠,٣ وتكراره في المجموعة المهاجرة = ٠,٤ فاذا كانت نسبة الافراد المهاجرة الى افراد القطيع الاصلي = ٢٠٪ فيكون تكرار الجين A1 في القطيع الخليط يساوي q1 ويساوي :

$$q1 = .20\,(.40 - .30) + .30 = .32$$

وان معدل التغير في تكرار الجين كنتيجة للهجرة

$$\Delta q = ql - qo$$
$$= .32 - .30 = + .02$$

٣- الطفرة : Mutation

تعرف الطفرة بانها التغير المفاجئ في التركيب الكيمياوي للجين والتي ينتج عنها تغيرات في التركيب الوراثي والذي قد يورث الى الاجيال القادمة.

ان اهمية الطفرة في تغير تكرار الجين في العشيرة الوراثية يمكن ادراكه على مدى الاجيال المتعاقبة بسبب ندرة حدوثها، حيث يقدر معدل حدوث الطفرة في الحيوانات بحوالي $\frac{١٠}{١٠٠٠٠٠٠}$ جين. لنفرض ان الجين A_1 الذي تكراره = po يتغير بسبب الطفرة الى اليلة A_2 في كل جيل وبمعدل طفور= U وبذا يصبح تكراره الجديد في العشيرة مساوياً po − upo.

وبنفس الكلام فان الجين A_2 الذي تكراره qo يمكن ان يحدث له طفور الى اليله A1 وبمعدل طفور= V لكل جيل، وبذا يكون النقص في تكرار ذلك الاليل= Vqo وان التغير في تكرار الجين بعد جيل واحد كنتيجة للطفرة والطفرة العكسية

$$\Delta q = Upo - Vqo$$

وهذه الحالة تؤدي الى التوازن بسبب ان التغير في الاليل الواحد يعوض بوساطة الطفرة العكسية للاليل الآخر. وفي هذه المرحلة من التوازن اي عندما تكون q = o فان :

$$pu = qv$$

اي ان حالة التوازن تحدث عندما :

$$\frac{P}{q} = \frac{V}{u}$$

$$\frac{1-q}{q} = \frac{V}{u}$$

أو

$$u - uq = vq$$

$$q = \frac{u}{v+u}$$

ولتوضيح عدم اهمية الطفرة في تغير تكرار الجين على مستوى التربية والتحسين نفرض ان في عشيرة ما تكرار الجين 0.80 = A_2 وان معدل حدوث الطفرة والطفرة العكسية لكلا من الاليلين= 0.000001 وعليه فان حالة الفرق في تكرار الجين الاصلي A_2 وحالة التوازن عندما 50. = qo

$$\Delta g = Upo - Vqo$$

$$= 0.000001\ (.20) - 0.000001\ (.8) = -\ 0.00000066$$

من هذا يتضح عدم اهمية الطفرات في تغير تكرار الجين كعامل يستعان به في خطط التربية والتحسين الوراثي .

٤ - الصدفة : Chance

كما جاء في قوانين مندل الوراثية عن عملية انعزال الاليلات وحدوثها في الكميتات بصورة مستقلة وبتوزيع عشوائي فان للصدفة دورها في تقرير حدوث كل اليل في الكميتات ولازواج الجينات المختلفة . اي ان عملية انعزال الاليلات واتحاد الكميتات ببعضها يخضع لعامل الصدفة . ان مدى تغير تكرار الجين بوساطة المصادفة قد يكون جوهرياً في مجاميع الحيوانات القليلة العدد . ولما كانت تربية الدواجن يغلب عليها طابع القطعان الكبيرة العدد فلا يمكن الاعتماد على المصادفة في تغير تكرار الجين . ولمزيد من تفاصيل تأثير عامل الصدفة ودوره في تغير تكرار الجين فنرجئ القاريْ بالرجوع الى احد كتب الوراثة الكمية وتربية الحيوان .

تمارين الفصل العاشر

١٠–١ في قطيع من الدجاج البياض وبافتراض ان معدل وزن البيضة يتأثر بزوج واحد من الجينات كان التركيب الوراثي والحالة الانتاجية للقطيع كما يأتي :

التركيب الوراثي	AA	Aa	aa
معدل وزن البيضة ، غم	٥٢	٥٦	٤٨
عدد الافراد في القطيع	٣٦	٤٨	١٦

المطلوب :

أ– فعل الجين وتكراره

ب– معدل وزن البيضة في القطيع

جـ – لوكانت صفة وزن البيضة تتأثر بفعل جين اخر وليكن B وبنفس التكرار فما هي نسبة الافراد التي فيها معدل وزن البيضة يساوي ٥٢ غم .

١٠–٢ ان زيادة تكرار الجينات المرغوبة للصفات الاقتصادية من شأنه ان يزيد من معدل الاداء الانتاجي لتلك الصفات فلوكان التركيب الوراثي AA يؤدي الى زيادة في وزن الجسم وإن عدد افراد قطيع دجاج التربية في حقل الرشيدية كان ١٨٠٠ فرداً منها ٤٥٠ تركيبها الوراثي aa وتم أستيراد ٢٠٠ فرد تركيبها الوراثي AA لاضافتها الى القطيع فما هو تكرار الجين في نسل المجموعة بعد التزواج العشوائي .

١٠ – ٣ اذا كانت qA=٠,٤ وهي في حالة توازن بالنسبة للطفرات فما هو معدل الطفرة من A الى A اذا كان معدل الطفرة العكسية من A الى A=٤×١٠^{-٨}

١٠ – ٤ اوجد قيمة qB في حالة الاتزان عندما u = ١×١٠^{-٦} وعندما u = ٢×١٠^{-٥} علما بأن u هي معدل الطفرة من A الى A وان V هي معدل الطفرة العكسية .

١٠ – ٥ هل تعتبر الطفرة الوراثية ذات اهمية كبيرة في صناعة الدواجن؟ وضح ذلك .

الفصل الحادي عشر

تقدير المعالم الوراثية Genetic Parameter estimates

اولا : المكافيء الوراثي : Heritability

ان لدراسة المعالم الوراثية للصفات الاقتصادية في مختلف حيوانات المزرعة ومنها الدواجن اهمية جادة في خطط التربية والتحسين. وكما هو معلوم، فأن افراد العشيرة الواحدة أو العشائر المختلفة تتباين في معدل ادائها الانتاجي للصفات بسبب اختلاف تراكيبها الوراثية وكذلك الظروف البيئية. وبما ان الانتخاب حسب سجلات الافراد أو سجلات الاقارب يعد الاساس في عملية التحسين الوراثي فأنه لمن الضروري معرفة مدى نسبة التباين في الاداء الانتاجي بين الافراد الذي سببه العوامل الوراثية الى عوامل الوراثة والبيئة معا. وهذا معناه انه لو فرضنا دجاجة تضع ٢٠٠ بيضة في السنة لربما ان تراكيبها الوراثية هي المسؤولة عن انتاج ١٧٥ بيضة تحت الظروف البيئية الرديئة في حين ان انتاجها يعادل ٢٣٥ بيضة في السنة تحت الظروف البيئية الجيدة. وعليه فأن هذه الاختلافات في الاداء الانتاجي تعد مهمة بالنسبة للمربي من اجل انتخاب اباء وامهات الجيل القادم. ان نسبة حدوث التباين الوراثي في قيم الصفة ذات الاهتمام بين افراد القطيع الى التباين الكلي هو مايطلق عليه بالمكافيء الوراثي heritability والذي تتراوح قيمته بين الصفر والواحد الصحيح. ويعبر عن نسبة هذا التباين احصائيا.

$$\text{المكافيء الوراثي} = \frac{\text{التباين الوراثي}}{\text{التباين الكلي}}$$

$$h_b^2 = \frac{\hat{\sigma}_H^2}{\hat{\sigma}_H^2 + \hat{\sigma}_E^2 + \hat{\sigma}_{HE}^2} = \frac{\hat{\sigma}_H^2}{\hat{\sigma}_P^2}$$

حيث ان :

h_b^2 تمثل المكافيء الوراثي بالمفهوم الواسع

$\hat{\sigma}_H^2$ هو قيمة التباين الوراثي

$\hat{\sigma}_E^2$ قيمة التباين البيئي

$\hat{\sigma}_P^2$ قيمة التباين الكلي

وبالنظر لان المكافيء الوراثي حسب القانون اعلاه يشتمل على جميع انواع فعل الجينات عليه يسمى بالمكافيء الوراثي بالمفهوم الواسع . من ناحية اخرى ، ان الاداء الانتاجي لاي فرد من افراد القطيع يمكن ان ينحرف عن معدل انتاج القطيع تبعا لجميع مايحويه من العوامل الوراثية المؤثرة في الصفة وكما يلي :

$$P = FA + g + d + i + j$$

حيث ان :

P تعبر عن قيمة الصفة لاي فرد

FA تعبر عن قيمة معدل انتاج القطيع

g تعبر عن قيمة التأثير التجميعي للجينات

d تعبر عن قيمة التأثير السيادي للجينات

i تعبر عن قيمة التفاعل غير الخطي لازواج الجينات غير الاليلية.

j تعبر عن حالة تفاعل البيئة والوراثة

ولما كان الاثر التجميعي للجينات المؤثرة في الصفة هو الاثر الوحيد الذي يحدد القيمة التربوية للفرد في المجاميع او العشائر التي تتزاوج بصورة عشوائية ، فعليه يمكن الاعتماد على نسبة التباين العائد الى الفعل التجميعي للجينات للتنبؤ بمتوسط الاداء الانتاجي لنسل الافراد المنتخبة . ويطلق على نسبة التباين الكلي بالمكافيء الوراثي بالمفهوم المحدد ويعبر عنه :

$$h_n^2 = \frac{\hat{\sigma}_G^2}{\hat{\sigma}_P^2} = \frac{\text{التباين الوراثي التجميعي}}{\text{التباين الكلي}}$$

والجدول التالي (١١ – ١) : يبين قيم المكافيء الوراثي لبعض الصفات في الدواجن .

الصفة	المكافيء الوراثي
حجم البيضة	٠,٤٥
عمر النضج الجنسي	٠,٢٥
وزن الجسم	٠,٢٥
انتاج البيض السنوي	٠,٣٠
نسبة الفقس	٠,١٠
نسبة الاخصاب	٠,٠٣
سمك قشرة البيضة	٠,٤٠
معدل نموالجسم	٠,٤٠
الحيوية	٠,١٠
كفاءة تحويل الغذاء	٠,٤٠

طرق تقدير المكافيء الوراثي : heritability estimation

ان اكثر طرق تقدير المكافيء الوراثي شيوعا للصفات الكمية المختلفة تعتمد اساسا على تجارب الانتخاب وعلى تقييم درجة التباين في سجلات الانتاج للافراد المتشابهة التراكيب الوراثية مقارنة بانتاجية الافراد الذين ليس بينهم صلة قرابة .

١ – تجارب الانتخاب : Selection experiments

يمكن تقدير المكافيء الوراثي للصفة ذات الاهتمام من البيانات المتحصل عليها من تجارب الانتخاب حيث يتم تقدير مدى التغير الحاصل في قيمة الصفة المنتخب لها لعدة اجيال . وعلى سبيل المثال لنفرض ان قطيعا من الدجاج المحلي فيه معدل وزن الجسم الحي عند عمر ٨ أسابيع يساوي ١٠٠٠ غم وانه تم انتخاب اباء وامهات الجيل القادم الذين

معدل اوزانهم يساوي ١٢٠٠ غم ، أي بتفوق مقداره ٢٠٠ غم فوق معدل القطيع وهذا مايسمى الفارق الانتخابي Selection differential فعند تزاوج هذه الاباء والامهات المنتخبة فأن جزءاً من هذا التفوق في وزن الجسم والمتمثل في الاثر التجميعي للجينات والذي اطلق عليه المكافيء الوراثي بالمفهوم المحدد هو الذي ينتقل الى افراد الجيل القادم. وهكذا فأنه يمكن الاستنتاج بأن قيمة العائد من الانتخاب يساوي حاصل ضرب المكافيء الوراثي × الفارق الانتخابي. وعليه يكون المكافيء الوراثي للصفة المدروسة بوساطة تجارب الانتخاب مساويا لقيمة.

$$h^2 = \frac{\text{Gain}}{\text{Selection differential}} \qquad \frac{\text{العائد من الانتخاب}}{\text{الفارق الانتخابي}}$$

ومن المثال السابق نفترض ان معدل وزن الجسم الحي لافراد النسل الناتج من تزاوج تلك الاباء والامهات المنتخبة كان يساوي ١١٢٠ غم أي بتقدم مقداره ١٢٠ غم مقارنة بمعدل وزن الجسم لافراد جيل الاباء والامهات المنتخبة فعليه يكون المكافيء الوراثي لهذه الصفة هو

$$\text{المكافيء الوراثي} = \frac{١٢٠}{٢٠٠} = ٠,٦٠$$

ويطلق على المكافيء الوراثي المحسوب بهذه الطريقة المكافيء الوراثي المحقق realized heritability.

اما اذا استمرت عملية الانتخاب لعدة اجيال (كما هو شائع في معظم الدراسات البحثية) فأنه يمكن حساب المكافيء الوراثي للصفة من معرفة مدى التغير الحاصل للصفة عبر الاجيال ومجموع الفوارق الانتخابية للاباء والامهات المنتخبة خلال تلك الاجيال ويكون المكافي الوراثي في هذه الحالة

$$\text{المكافيء الوراثي} = \frac{\text{العائد الكلي}}{\text{مجموع الفوارق الانتخابية}}$$

$$\text{المكافيء الوراثي} = \frac{٢٠٠}{٧٥٠} = ٠,٢٦٧$$

والمكافيء الوراثي لمجموعة الانتخاب السالب

$$= \frac{-١٥٠}{-٦٤٠} = ٠,٢٣٤$$

والمكافيء الوراثي للصفة تبعاً لسجلات مجموعة الانتخاب الموجب وسجلات مجموعة الانتخاب السالب معاً.

$$= \frac{٥٩٠٠ - ٦٢٥٠}{٦٤٠ + ٧٥٠} = ٠,٢٥٢$$

٢ – التشابه بين الاقارب : likness of Relatives

يمكن تقدير المكافيء الوراثي للصفة المعنية بحساب التباين المشترك Covariance بين الاقارب والذي بوساطته يمكن تقدير التشابه الذي سببه الجينات المشتركة ، حيث على هذا الاساس يتم تقدير التغايرات أو الارتباطات بين الأفراد للتعبير عن تمايز المجاميع ذات القرابة ، واحدة عن الاخرى. وتبعا لذلك فأن اكثر طرق تقدير المكافيء الوراثي للصفات المختلفة في الدواجن تعتمد على العلاقات الآتية :

أ – الاخوة الانصاف اشقة : Parental-half sibs

الافراد الانصاف اشقة هي الافراد التي تشترك في احد الابوين وتكون نسبة الجينات المتشابهة فيها تساوي $\frac{١}{٤}$ الجينات الكلية. وعند دراسة التباين الوراثي تبعا للعلاقة أو الارتباط بين الافراد الانصاف اشقة يتم التركيز على مجاميع الاخوة أو الاخوات المشتركين في الاباء بدلا من الامهات لغرض تأمين الحصول على عدد اكبر من الافراد. ويتم تقدير المكافيء الوراثي من جدول تحليل التباين حيث معامل الارتباط r داخل المجاميع Intraclass correlation يعبر عن درجة التشابه بين انصاف الاخوة أو الاخوات من حيث ان التباين بين افراد الاب الواحد، مثلا اقل من التباين الكلي لافراد المجاميع.

ومن الناحية العملية فلابد من الانتباه الى ان التقدم المستمر في الاداء الانتاجي للاجيال كنتيجة للانتخاب قد يصاحبه تقدم ملحوظ في ادارة ورعاية القطيع جيلا بعد اخر ليساهم بجزء من العائد الكلي لتقدم الصفة ، فعليه يتم الاحتفاظ بقطيع أو مجموعة لايمارس فيه الانتخاب control flock ، ويقاس فيه مدى التغير في الصفة المدروسة خلال اجيال الانتخاب وتحت نفس الظروف العامة لمجموعة افراد القطيع المنتخب، وعليه يمكن الاستدلال عن اثر البيئة ومقدار مساهمتها في العائد الفعلي من الانتخاب.

من ناحية اخرى ، يتم احيانا اللجوء الى تنفيذ الانتخاب للصفة المدروسة في اتجاهين متعاكسين divergent selection . أي يتم انتخاب بعض الافراد بمعدل يفوق متوسط الصفة واخرى بمعدل اقل من متوسط الصفة ، اضافة الى قطيع المقارنة. في هذه الحالة فأن الفرق بين الاداء الانتاجي للافراد المنتخبة في الاتجاهين هو الاستجابة الفعلية في تغير الصفة كنتيجة للانتخاب. وعليه تجمع فوارق الانتخاب للاباء والامهات المنتخبة في كلا الاتجاهين للحصول على قيمة مقام المعادلة وان الفرق بين اداء المجموعتين بعد الانتخاب يمثل بسط المعادلة. ولتوضيح ذلك نفرض ان معدل وزن الجسم الحي في دجاج الرومي الابيض هو ٦٠٠٠ غم عند عمر ٢٤ اسبوع ومن خلال ٣ أجيال من الانتخاب في اتجاهين اضافة الى مجموعة المقارنة كانت النتائج كالآتي :

نوع الانتخاب	الفارق الانتخابي للاجيال ١	٢	٣	وزن الجسم النهائي	الاستجابة الفعلية
الموجب	٢٥٠	٢٤٠	٢٦٠	٦٢٥٠	٢٠٠+
المقارنة					٥٠+
السالب	٢٣٠−	٢١٠−	٢٠٠−	٥٩٠٠	١٥٠−

ومن نتائج الانتخاب يكون المكافيء الوراثي لصفة وزن الجسم الحي عند عمر ٢٤ اسبوعا في مجموعة الانتخاب الموجب

ان النموذج الرياضي لمثل هذه التصاميم من التجارب بافتراض وجود عدة اباء وبعدد k من افراد النسل لكل اب وكما جاء في وجيز الوراثة الكمية لمؤلفه Becker ١٩٧٥ وبافتراض ان جميع التأثيرات عشوائية وموزعة توزيعا طبيعيا بمتوسط يساوي صفرا ، هو

$$Y_{ik} = M + \alpha_i + e_{ik}$$

حيث ان :

Y_{ik} = قيمة للمشاهدة k من الاب i

M = المعدل العام لبيانات التجربة

α_i = تأثير الاب i

e_{ik} = التأثير الحقيقي للخطأ العشوائي الخاص بالمشاهدة k من الاب i

وتبعا لذلك يكون جدول تحليل التباين كما يأتي :

S.O.V.	d.f	SS	Ms	EMS
Between sires	S − 1	SS_s	$SS_s / s - 1$	$\hat{\sigma}^2_W + k\ \hat{\sigma}^2_s$.
progeny / sircs	n. − s	SS_w	$SS_w / n. - s$	$\hat{\sigma}^2_W$

حيث ان :

S = عدد الآباء

ni = عدد الاناث المتزاوجة مع الاب

ni = k معدل نسل الاب الواحد

n. = العدد الكلي للافراد

ولغرض تقدير مجموع المربعات لكل مصدر من مصادر التباين يتم حساب :

١ – معامل التصحيح Correction Term

$$C.T = Y_{i..}^2 / n.$$

٢ – مجموع مربعات الآباء Sires Sum of squares

$$SS_s = \Sigma \frac{Y_i^2}{ni} - C.T$$

٣- مجموع مربعات النسل داخل الآباء progeny Sum of squares

$$SS_w = \sum_i \sum_k Y_{ik}^2 - \Sigma \frac{Y_{i\cdot}^2}{n_{i.}}$$

ومكونات التباين هي :

التباين بين نسل الآباء $\hat{\sigma}_W^2 = MS_w$

التباين بين مجاميع الآباء $\hat{\sigma}_S^2 = \frac{MS_s - MS_w}{k}$

وان معامل الارتباط r

$$r = \frac{\hat{\sigma}_S^2}{\hat{\sigma}_S^2 + \hat{\sigma}_W^2}$$

وبما ان التباين بين مجاميع الآباء $\hat{\sigma}_S^2$ يساوي $\frac{١}{٤}$ التباين التجميعي فأن المكافيء الوراثي للصفة :

$$h_S^2 = 4r = \frac{4\hat{\sigma}_S^2}{\hat{\sigma}_S^2 + \hat{\sigma}_W^2}$$

اما الخطأ القياسي S.E لهذا التقدير فيمكن حسابه من القانون :

$$S.E\ h_S^2 = 4\sqrt{\frac{2(1-t)^2[1+(k-1)t]^2}{k(k-1)(s-1)}}$$

حيث t هي قيمة الارتباط داخل المجاميع

$$t = \frac{\hat{\sigma}_S^2}{\hat{\sigma}_S^2 + \hat{\sigma}_W^2}$$

المثال التالي والمقتبس من كتاب وجيز الوراثة الكمية Becker 1975 يوضح كيفية حساب المكافيء الوراثي عن طريق التباين الابي لصفة وزن الجسم الحي لدجاج البليموث روك الابيض عند عمر ثمانية اسابيع للابناء الناتجة من تزاوج ٥ ذكور مع ٨ اناث حيث كانت النتائج كما يأتي :

Sires الآباء

Dams	A	B	C	D	E	
1	687	618	618	600	717	
2	691	680	687	657	658	Eight – weeks
3	793	592	673	669	674	offspring Body
4	675	683	747	606	611	weights
5	700	631	678	718	678	
6	753	691	737	693	788	
7	704	694	731	669	650	
8	717	732	603	648	690	
$y_{i.}$	5720	531	5564	5260	5466	n. = 40; ni = k = 8

$y^2i.$ 32718400 28313041 30958096 27667600 29877156 y.. = 27331

$Yi^2k = 18773473$

١ – معامل التصحيح

$$C.T = \frac{(27331)^2}{40} = 18674589$$

٢ – مجموع المربعات لما بين الاباء

$$SS_s = \frac{32718400 + \cdots + 29877156}{8} - 18674589$$

$$= 18691786 - 18647589 = 17197$$

٣– مجموع مربعات الابناء داخل الآباء

SS_w

$$SS_w = (687)^2 + (691)^2 + \cdots + (690)^2 - 18691786$$

$$= 18,773,473 - 18691786$$

$$= 81,687$$

وعليه يكون جدول تحليل التباين لصفة وزن الجسم

S·O·V	d·f	SS	MS	EMS
Between Sires	4	17197	4299·00	$\hat{\sigma}_W^2 + 8\hat{\sigma}_S^2$
pregeny / sires	35	81687	2334·00	$\hat{\sigma}_W^2$

ومن معادلة متوسط المربعات المتوقع لما بين الآباء يمكن حساب التباين بين الآباء

$$\hat{\sigma}_S^2 = \frac{\hat{\sigma}_W^2 + k\hat{\sigma}_S^2}{k} = \frac{MS_s - MS_w}{k}$$

$$= \frac{4299{\cdot}00 - 2334{\cdot}00}{8} = 245{\cdot}625$$

ويكون المكافيء الوراثي لصفة وزن الجسم

$$h^2 = \frac{4(245{\cdot}625)}{245{\cdot}625 + 2334} = 0{\cdot}38$$

اما الخطأ القياسي SE للمكافيء الوراثي

$$S.E(h_s^2) = 4\sqrt{\frac{2(1-0{\cdot}095)^2[1+(8-1)0{\cdot}095]^2}{8(8-1)(5-1)}}$$

$$= 0{\cdot}57$$

وعليه يكون المكافيء الوراثي ± الخطأ القياسي لصفة وزن الجسم :

$$h_s^2 = 0{\cdot}38 \pm 0{\cdot}57$$

من ناحية اخرى فأن تقدير المكافيء الوراثي للصفة ذات الاهتمام واعتمادا على مكونات التباين الابي وعندما تكون هنالك حالة عدم اتزان في عدد افراد كل اب تتبع نفس الخطوات السابقة مع مراعاة تقدير معامل التباين الابي الذي يرمز له في هذه الحالة $k_1\hat{\sigma}_S^2$

حيث ان :

$$k_1 = \frac{1}{S-1}\left(n. - \frac{\Sigma n_i^2}{n.} \right)$$

ويكون الخطأ القياسي للمكافيء الوراثي المقدر عن طريق الآباء

$$S.E\ h_S^2 = 4\sqrt{\frac{2(n.-1)(1-t)^2[1+(k_1-1)t]^2}{k_1^2(n.-s)(s-1)}}$$

جـ - الاخوة الاشقاء : Full sibs

هنالك تصميم آخر لتقدير المكافيء الوراثي لصفة معينة عندما تتضمن البيانات العلاقة بين الاخوة اوالاخوات الانصاف اشقاء والاشقة التامة والناتجة من تزاوج كل ذكر مع عدة اناث لينتج من كل تزاوج عدة افراد ، ويسمى مثل هذا التصميم بالمتشعب Nested or hierarcal design

إن النموذج الرياضي لمثل هذه التجارب (بإفتراض ان جميع التأثيرات هي عشوائية ومستقلة وبمعدل يساوي صفر وتباين مشترك قيمته σ^2) هو :

$$y_{ijk} = M + \alpha_i + B_{ij} + e_{ijk}$$

حيث ان yijk تمثل المشاهدة للفرد k والناتج من الام j والاب i .

M تمثل المتوسط العام

α_i تمثل تأثير الذكر i

Bij تمثل تأثير الام j التي تزاوجت مع الذكر i

و eijk تمثل الخطأ العشوائي والذي مصدره الانحرافات البيئية والوراثية غير المسيطر عليها بين الافراد .

وطبقا لهذا النموذج الرياضي يكون جدول تحليل التباين كالآتي :

S·O·V·	d·f·	SS	MS	EMS
Between Sires	S − 1	SS_S	MS_S	$\hat{\sigma}^2_W + k_2\hat{\sigma}^2_D + k_3\hat{\sigma}^2_S$
Dams / Sires	D − S	SS_D	MS_D	$\hat{\sigma}^2_W + k_1\hat{\sigma}^2_D$
progeny / D / S	n.. − D	SS_W	MS_W	$\hat{\sigma}^2_W$

S− Number of sires عدد الاباء

D= Total number of dams عدد الامهات

n..= Total number of progeny العدد الكلي للنسل

عدد افراد النسل للام في حالة تساوي عدد الامهات المتزاوجة مع كل اب وتساوي عددابناء نسل كل ام.

k1 = k2 number of progeny per dam in case of equal numbers of dams/ sires and progeny/ dams.

عدد النسل لكل اب k3 = number of progeny per sire وكما هو ملاحظ من الجدول فأن التباين بين مجاميع الذكور هو σ^2_S والذي بدوره يحوي الاخوة غير الاشقاء اي ان هذا التباين يمثل التغاير بين تلك الاخوة . من ناحية اخرى فأن التباين بين مجموع الامهات σ^2_D يمثل تغاير الاخوة الاشقاء مطروحا منه تغاير الاخوة غير الاشقة الابيه . اما حسابات مجاميع المربعات لمصادر التباين المختلفة هي :

١ – معامل التصحيح

$$C.T = \frac{y_{\cdots}^2}{n_{\cdot\cdot}}$$

٢ – مجموع المربعات لما بين الذكور

$$SS_S = \Sigma \frac{y_{i\cdot\cdot}^2}{n_{i\cdot}}$$

٣ – مجموع المربعات لما بين الاناث

$$SS_D = \sum_i \sum_j \frac{y_{ij}^2}{n_{ij}} - \sum_i \frac{y_{\cdot\cdot}^2}{n_{i\cdot}}$$

٤- مجموع مربعات الخطأ العشوائي

$$SS_W = \sum_i \sum_j \sum_k y_{ijk}^2 - \sum_i \sum_j \frac{y_{ij}^2}{n_{ij}}$$

وتكون مكونات التباين التقديرية

$$\hat{\sigma}_W^2 = MS_W$$

$$\hat{\sigma}_D^2 = \frac{MS_D - MS_W}{k_1}$$

$$\hat{\sigma}_S^2 = \frac{MS_S - (MS_W + k_2 \hat{\sigma}_D^2)}{k_3}$$

في حالة تساوي K_2, K_1

$$\hat{\sigma}_S^2 = \frac{MS_S - MS_D}{k_3}$$

ويكون تقدير المكافيء الوراثي للصفة المدروسة في مثل هذه التجارب وتبعا لمصادر التباين المختلفة كالآتي :

١- من مصدر الاباء

$$h_S^2 = \frac{4\hat{\sigma}_S^2}{\hat{\sigma}_S^2 + \hat{\sigma}_D^2 + \hat{\sigma}_W^2}$$

٢- من مصدر الامهات

$$h_D^2 = \frac{4\hat{\sigma}_D^2}{\hat{\sigma}_S^2 + \hat{\sigma}_D^2 + \hat{\sigma}_W^2}$$

٣- من مصدر الاباء+ الامهات

$$h_{S+D}^2 = \frac{2(\hat{\sigma}_S^2 + \hat{\sigma}_D^2)}{\hat{\sigma}_S^2 + \hat{\sigma}_D^2 + \hat{\sigma}_W^2}$$

وان تقدير الخطأ القياسي S.E للمكافيء الوراثي المحسوب تبعا لمصادر التباين المختلفة يمكن حسابه تقديريا وكما اورده (Becker, 1975)

حيث ان :

$$S.E.h^2_S = \frac{4[S.E.(\sigma^2_S)]}{VP}$$

$$S.E\ \sigma^2_S = \sqrt{Var\ \sigma^2_S}$$

$$\hat{Var}\ \sigma^2_S = \frac{2}{k^2_3}\ \frac{MS^2_S}{d.f.(S)+2} + \frac{MS^2_D}{d.f.(D)+2}$$

$$V_P = \sigma^2_S + \sigma^2_D + \sigma^2_W$$

$$S.E.h^2_D = \frac{4[S.E.\ \sigma^2_D]}{V_P}$$

$$S.E.\sigma^2_D = \sqrt{Var.\ \sigma^2_D}$$

$$Var.\sigma^2_D = \frac{2}{k^2_1}\left[\frac{MS^2_D}{d.f._{D+2}} + \frac{MS^2_W}{d.f._{W+2}}\right]$$

$$S.E.h^2_{S+D} = \frac{2\sqrt{Var\ \sigma^2_S + Var\ \sigma^2_D - 2Cov\ \sigma^2_S\sigma^2_D}}{V_P}$$

$$Cov\ \sigma^2_S\ \sigma^2_D = \frac{[Var\ \sigma^2_W - K^2_1\ Var\ \sigma^2_D]}{K_1K_3}$$

والمثال الآتي يوضح كيفية حساب التباينات المختلفة والمكافئات الوراثية لصفة وزن الجسم الحي لطيور البليموث الابيض عند عمر ثمانية اسابيع ، حيث سجلت البيانات من قطيع كبير غير مربى تربية داخلية لخمسة ذكور Sires المتزاوج كل منها مع ثلاثة اناث Dams وان كل انثى انتجت ثلاثة افراد وكما يأتي :

الآباء Sires	الامهات Dams	وزن النسل Progeny weight			$Y_{ij.}$	$Y_{i.}$
A	1	965	813	765	2543	
	2	803	640	714	2157	
	3	644	753	705	2102	
						6802
B	4	740	798	941	2479	
	5	701	847	909	2457	
	6	909	800	853	2562	
						7498
C	7	696	807	800	2303	
	8	752	863	739	2354	
	9	686	832	796	2314	
						6971
D	10	979	798	788	2565	
	11	905	880	770	2555	
	12	797	721	765	2283	
						7403
E	13	809	756	775	2340	
	14	887	935	937	2759	
	15	872	811	925	2608	
						7707

$Y_{\cdots} = 36,381$

$$\sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 = 29,729,\ 879$$

$n_{..}$ = total number of progeny = 45 — عدد افراد النسل

$n_{i.}$ = number of progeny per sire = 9 — عدد افراد النسل لكل اب

$n_{.j}$ = number of dams per sire = 3 — عدد الاناث المتزاوجة مع كل اب

n_{ij} = number of progeny per dam = 3 — عدد ابناء النسل لكل ام

S = number of sires = 5 — عدد الاباء

D = number of dams = 15 — عدد الامهات

١ - معامل التصحيح

$$C.T. = \frac{(36381)^2}{45} = 29412825$$

٢- مجموع المربعات لما بين الذكور

$$SS_s = \frac{(6802)^2 + \ldots + (7707)^2}{9} = -29412875$$

$$= 63209$$

٣- مجموع المربعات لما بين الاناث

$$SS_D = \frac{(2543)^2 + \ldots + (2608)^2}{3} - 29476834$$

$$= 88113$$

٤- مجموع المربعات للخطأ العشوائي

$$SS_w = (965)^2 + \ldots + (925)^2 - 29\ 564\ 147$$

$$= 165\ 732$$

ويكون جدول تحليل التباين

S.O.V.	d.f.	SS	MS
Sires	4	63209	15 802
Dams/sires	10	88 113	8 811
progeny/D/ S	30	165 632	5 524

$$\hat{\sigma}^2_W = MS_w = 5524$$

$$\hat{\sigma}^2_D = \frac{8811 - 5524}{3} = 1095$$

$$\hat{\sigma}^2_S = \frac{15802 - 8811}{9} = 776$$

والمكافيء الوراثي لصفة وزن الجسم الحي وتبعا لمصادر التباين المختلفة ± الخطأ القياسي حيث تم حساب الخطأ القياسي تبعا للقوانين المذكورة آنفا.

$$h^2_S = \frac{4\,(776)}{776 + 1095 + 5524} = 0.42 \pm .58$$

$$h^2_D = \frac{4\,(1095)}{776 + 1095 + 5524} = 0.59 \pm .69$$

$$h^2_{S+D} = \frac{2\,(776 + 1095)}{776 + 1095 + 5524} = 0.51 \pm .37$$

في حالة التجارب غير المتزنة unbalanced design كنتيجة لاختلاف عدد افراد النسل لكل انثى وعدم تساوي عدد الاناث لكل ذكر وبالتالي عدم تساوي افراد كل ذكر فإن المكافئات k_1, k_2, k_3 يتم تقديرها كالآتي :

$$k_1 = \left(n_{..} - \sum_i \frac{\sum_j n_{ij}^2}{n_{i.}} \right) \Big/ d.f.(\text{dams})$$

$$k_2 = \left(\frac{\sum_i \sum_j n_{ij}^2}{n_{i.}} - \frac{\sum_i \sum_j n_{ij}^2}{n_{..}} \right) \Big/ d.f.(\text{sires})$$

$$k_3 = \left(n_{..} - \frac{\sum_i n_{i.}^2}{n_{..}} \right) \Big/ d.f.(\text{sires})$$

وان مكونات التباين يتم تقديرها كما سبق عدا التباين الابي في هذه الحالة يكون :

$$\hat{\sigma}_S^2 = \frac{MS_s - MS_w - \frac{k_2}{k_1}(MS_D - MS_W)}{k_3}$$

والمثال التالي يوضح كيفية حساب المكافئات الواردة اعلاه حيث البيانات تمثل عدد افراد النسل وعدد الامهات المتزاوجة مع الخمسة ذكور.

Number	Sires				
	A	B	C	D	E
Of dams	3	5	4	2	5
Of progeny per dam (n_{ij})	5 , 4 ,6	4 , 10 , 6 , 7 , 9	7 , 5 , 4 , 1	8 , 6	1 , 5 , 3 6 , 4
Of progeny per sire ($n_{i.}$)	15	36	17	14	19

$n.. = 101$

$$k_1 = \frac{101 - \left(\frac{5^2 + 4^2 + 6^2}{15} + \frac{4^2 + 10^2 + 6^2 + 7^2 + 9^2}{36} + \frac{7^2 + 5^2 + 4^2 + 1^2}{17} \right.}{14}$$

$$+ \frac{\left. \frac{8^2 + 6^2}{14} + \frac{1^2 + 5^2 + 3^2 + 6^2 + 4^2}{19} \right)}{14} = \frac{101 - 30{\cdot}04}{14} = 5{\cdot}07$$

$$k_2 = \frac{30{\cdot}04 - \frac{5^2 + 4^2 + 6^2 + 4^2 + 10^2 + \ldots + 4^2}{101}}{4} = \frac{30{\cdot}04 \frac{637}{101}}{4} = 5{\cdot}933$$

$$k_3 = \frac{101 - \frac{15^2 + 36^2 + 17^2 + 14^2 + 19^2}{101}}{4} = \frac{101 - 23{\cdot}435}{4} = 19{\cdot}391$$

وبخصوص التباين σ_D^2 والتباين σ_W^2 يمكن تقديره كما مر سابقاً في حين ان التباين الأبي σ_S^2 يكون تقديره كالآتي :

$$\hat{\sigma}_S^2 = \frac{MS_S - MS_W - \frac{k_2}{k_1}(MS_D - MS_W)}{k_3}$$

٣- بوساطة تحليل معامل الانحدار Regression Analysis

يمكن تقدير انحداري (الام- البنات) و(الام- البنين) من تزاوج كل ذكر مع عدة اناث وان كل انثى تنتج عددا من الافراد، كما هو شائع في تجارب الدواجن وبعض الحيوانات المختبرية. في مثل هذا النوع من التصاميم يمكن ازالة تأثير الآباء بعد تقدير انحدار الابناء على الام داخل مجموعة الذكر الواحد. ويراعى في مثل هذه التجارب جمع البيانات الخاصة بالصفة المدروسة من الآباء والابناء وطبقا لجنس كل نسل او تعديل البيانات المتحصل عليها تجاه عامل الجنس او العمر او عوامل اخرى.

إن اكثر طرق الانحدار شيوعا هي التي تعتمد على متوسط سجلات النسل الواحد Z وسجلات الامهات X، والتي يطلق عليها Intra-Sir, regression of dam's off spring mean on dam

والنموذج الرياضي لتقدير معامل الانحدار هو:

$$Z_{ij} - \alpha_i = M + B(X_{ij} - \bar{X}_{..}) + e_{ij}$$

حيث ان:

Zij =متوسط سجلات النسل الناتج من تزاوج الذكر i مع الانثى j
M =المتوسط العام
α i =تأثير الذكر i
B =معامل انحدار z على X
Xij =سجل الام j التي تزاوجت مع الذكر i
X .. =المتوسط المظهري
eij =الخطأ العشوائي لمتوسطات النسل

وللحصول على قيمة الانحدار العام B يتم جمع انحدارات عوائل الذكور ثم يحسب المكافيء الوراثي للصفة من جدول تحليل التغاير وكما موضح ادناه حيث أن:
مجموع المربعات بين الامهات داخل كل ذكر تستعمل لتقدير قيم X، Z و XZ.

Source	d.f.	Sum of products Dams XX	Dam x Progeny XZ	Progeny ZZ
Between sires	S − 1	not needed		
Between dams within sires	D − S	$SS_{D(XX)}$	$SCP_{D(XZ)}$	$SS_{D(ZZ)}$
Total	D − 1			

where S = عدد الآباء D = عدد الامهات

Analysis of variance for dam' records تحليل تباين سجلات الامهات

Source	Sum of Squares
Sires	$\sum_i \frac{X_{i.}^2}{n_i}$ (− C.T. not needed)
Dams / sires	$\sum_i \sum_j X_{ij}^2 - \sum_i \frac{X_{i.}^2}{n_i}$

حيث أن :

ni = i عدد الامهات المتزاوجة مع الاب

تحليل التغاير

A nalysis of Covariance

Source	Sum of Cross Products
Sires	$\sum_i \frac{X_{i.} Z_{i.}}{n_i}$
Dams / sires	$\sum_i \sum_j X_{ij} Z_{ij} - \sum_i \frac{X_{i.} Z_{i.}}{n_i}$

$$cov_{D(XZ)} = \frac{SCP_{D(XZ)}}{D - S} \text{ or MCP}$$

ويمكن الحصول على الانحدار

$$b = \frac{SCP_{D(XZ)}}{SS_{D(XX)}}$$

$$h^2 = 2b$$

والخطأ القياسي للمكافيءالوراثي

$$s_b^2 = \frac{SS_{D(ZZ)} - \frac{(SCP_{D(XZ)})^2}{SS_{D(XX)}}}{(D - S - 1)}$$

$$S.E.(b) = \sqrt{\frac{s_b^2}{SS_{D(XX)}}}$$

$$S.E.(h^2) = 2S.E.(b)$$

والمثال الآتي يوضح كيفية حساب المكافيء الوراثي لصفة وزن الجسم الحي عند عمر ثمانية اسابيع لمجموعة من اناث دجاج الليكهورن الابيض الناتجة من تزاوج ٦ ذكور وبواقع ذكر واحد لكل ثلاث امهات.

Sire	Dam(X_{ij})		Progeny mean(Z_{ij})	Sire	Dam(X_{ij})		Progeny mean(Z_{ij})
1	754		808	4	969		850
	648		700		849		802
	881		720		732		830
	Σ 2283	$n_i = 3$	2228		Σ 2550	$n_i = 3$	2482
2	740		725	5	740		806
	712		840		741		835
	812		800				
	Σ 2264	$n_i = 3$	2365		Σ 1481	$n_i = 2$	1641
3	765		780	6	831		830
	807		840		639		800
					733		504
	Σ 1572	$n_i = 2$	1620		Σ 2203	$n_i = 3$	2134

Obtaining $SS_{D(XX)}$

Source

Sires $\frac{(2{,}283)^2}{3} + \frac{(2{,}264)^2}{3} + \cdots + \frac{(2{,}203)^2}{3} = 9{,}563{,}436$

Dams / sires $(754)^2 + (648)^2 + (881)^2 + (740)^2 + \cdots (733)^2 = 9{,}643{,}381$

$9{,}643{,}381 - 9{,}563{,}436 = 79{,}945 \; SS_{D(XX)} = 79{,}945$

Obtaining $SS_{D(ZZ)}$

Source

Sires $\frac{(2{,}228)^2}{3} + \frac{(2{,}365)^2}{3} + \cdots + \frac{(2{,}134)^2}{3} = 9{,}749{,}135$

Dams / sires $(808)^2 + (700)^2 + (720)^2 + (725)^2 + \cdots (504)^2 = 9{,}830{,}870$

$SS_{D(ZZ)} = 81{,}735$

Obtaining $SCP_{D(XZ)}$

Source

Sires $\frac{(2{,}283)(2{,}228)}{3} + \frac{(2{,}264)(2{,}365)}{3} + \cdots + \frac{(2{,}203)(2{,}134)}{3}$

$= 9{,}645{,}541$

Dame / sires $(754)(808) + (648)(700) + \cdots + (733)(504) = 9{,}653{,}557$

$9{,}653{,}557 - 9{,}645{,}541 = 8{,}016 \; SCP_{D(ZX)} = 8{,}016$

$$\text{cov}_{D(XZ)} = \frac{8{,}016}{16 - 6} = 801{\cdot}6$$

The genetic estimate is $2\hat{\text{cov}}_{D(XZ)} = 2(801{\cdot}6) = 1{,}603$

ومعامل الانحدار b هو

$$b = \frac{8{,}016}{79{,}945} = 0{\cdot}10$$

$$h^2 = 2(0{\cdot}10) = 0{\cdot}20$$

Standard error of h^2

والخطأ القياسي للمكافيء الوراثي

$$s_b^2 = \frac{81{,}735 - \frac{(8{,}016)^2}{79{,}945}}{(16 - 6 - 1)} = 8{,}992$$

$$\text{S.E.}(h^2) = 2\sqrt{0{\cdot}1125} = 2(0{\cdot}335) = 0{\cdot}670$$

$h^2 \pm \text{SE} = 0{\cdot}20 \pm 0{\cdot}67\cdot$ ويكون المكافيء الوراثي ± الخطأ القياسي

ثانيا : الارتباط الوراثي والمظهري Genetic and phenotypic correlation

ان الهدف الرئيس لمشاريع التربية والتحسين هو زيادة معدل الاداء الانتاجي للافراد للصفة أو الصفات الاقتصادية ذات الاهتمام. وبما ان الفرد أو الافراد المنتخبة يمثلون اصغر وحدة انتخابية في خطط التحسين الوراثي وان كل فرد يحمل بدوره عددا من الصفات ، فأن الانتخاب لصفة معينة يؤدي بدوره الى تأثر بعض الصفات الاخرى التي قد تستجيب للانتخاب باتجاهات مختلفة ، تبعا لمدى علاقة الارتباط بين المنتخب لها وبعض تلك الصفات الاخرى. وعلى سبيل المثال فأن الانتخاب لصفة انتاج البيض يصاحبه تدهور

نسبي في معدل وزن البيضة نتيجة لمدى تلازم الصفتين وباتجاه مضاد ، أي وجود حالة ارتباط وراثي سالب بين الصفتين anagonist ويعود السبب في ذلك الى ان عددا من الجينات لها تأثير بايولوجي على تلك الصفات في آن واحد. وتسمى هذه الحالة بالاثر المتعدد للجين pleiotropy . ان بعض الجينات تشترك ايجابيا بتأثيرها في بعض الصفات وتسمى الحالة Syncrgistically كما هو واقع الحال بين صفتين وزن الجسم ووزن البيض في الدواجن. على هذا الاساس فأن قيمة الارتباط بين الصفات تتراوح بين -١ و +١. هنالك تفسير اخر لحالة الارتباط مفاده ان بعض الجينات تتواجد قريبة من بعضها من حيث الموقع الكروموسومي وتسمى الحالة Linkage . اما بخصوص الارتباط المظهري فهو نتيجة لتأثير البيئة المشتركة على بعض الصفات حيث هذا التأثير اضافة اليه التأثير الوراثي أو الارتباط الوراثي يؤدي الى حالة الارتباط المظهري أو الكلي. ولتقدير درجة الارتباط بين أي صفتين فأن اكثر الطرق شيوعا تلك التي تعتمد على حساب التباين المشترك بين الصفتين من جدول تحليل التباين والتغاير. وفيما يأتي اهم انواع التصاميم المستعملة في تقدير درجة الارتباط الوراثي والبيئي والمظهري بين الصفات.

١ - تزاوج ازواج فردية Single Pair matings

في حالة تزاوج الاناث التي تنتج اكثر من فرد واحد وكما هو شائع في الدواجن. ولو فرضنا ان المطلوب معرفة درجة الارتباط الوراثي ، البيئي والظاهري للصفتين (x و y) وانه تم تزاوج عدة ذكور مع مجموعة من الاناث بواقع ذكر لكل انثى يكون جدول تحليل التغاير

S.O.V.	d.f.	M C P:	EMCP
Between matings	S − 1	MCPS	$COV_w + kCOV_s$
progeny/matings	n.. − s	MCPw	COVw

ومن هذا الجدول يمكن حساب :

١ – معامل التصحيح

$$C{\cdot}T = \frac{X{\cdot\cdot}Y{\cdot\cdot}}{n{\cdot}}$$

٢ –
$$MCP_S = \left[\sum_i \frac{X_i{\cdot}Y_i}{n_i} - C{\cdot}T\right] / (S - 1)$$

٣ –
$$MCP_W = \left[\sum_i \sum_k X_{ik}\, Y_{ik} - \sum_i \frac{Xi\,.\,Yi}{ni}\right] / (n{\cdot\cdot} - S)$$

ومنها يمكن تقدير مكونات التغاير حيث :

$$\widehat{COV}_W = MCP_W$$

$$\widehat{COV}_S = \frac{MCP_S - MCP_W}{k}$$

وان الارتباطات :

١ – الارتباط الوراثي :

$$r_G = \frac{\widehat{COV}_S}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{S(X)}\,\hat{\sigma}^2_{S(Y)}}}$$

٢ – الارتباط البيئي :

$$r_E = \frac{\widehat{COV}_W - \widehat{COV}_S}{\sqrt{[\hat{\sigma}^2_{W(X)} - \hat{\sigma}^2_{S(X)}][\hat{\sigma}^2_{W(Y)} - \hat{\sigma}^2_{S(Y)}]}}$$

٣ – الارتباط المظهري :

$$r_P = \frac{\widehat{COV}_W + \widehat{COV}_S}{\sqrt{[\hat{\sigma}^2_{W(X)} + \hat{\sigma}^2_{S(X)}][\hat{\sigma}^2_{W(Y)} + \hat{\sigma}^2_{S(Y)}]}}$$

ولتوضيح طريقة حساب الارتباطات المختلفة والخطأ القياسي نفترض ان النسبة المئوية لمعدل الانتاج السنوي X لدجاج البيض المحلي وكمية العلف المستهلك يوميا بالغم y في اربعة عوائل مصنفة حسب الاباء Sires وكالآتي :

S1		S2		S3		S4	
X	y	X	y	X	y	X	y
65	161	46	138	49	133	51	140
63	145	52	141	48	130	52	150
54	154	42	130	51	144	56	165
49	133	46	141	50	141	58	180
65	160	51	140	51	143	53	163
52	133	50	140	49	133	52	149
53	147	51	139	54	152	53	152
64	151	50	150	53	150	48	131
66	170	52	141	49	140	47	128
68	180	50	151	50	151	51	141

	S1	S2	S3	S4
Xi.	600	490	504	521
yi.	1534	1411	1417	1499
Xi.yi.	92664	69237	71529	78558
$Xi.^2$	36325	24106	25434	29341
$yi.^2$	237350	199409	201349	227025

$n. = 40$

$\Sigma X_{i.} = 2115$

$\Sigma y_{i.} = 5861$

$\Sigma X_{i.}y_{i.} = 311988$

حساب تباين الصفة X

$$C.T. = (2115)^2 / 40 = 111830{\cdot}63$$

$$MST = \frac{65^2 + 63^2 + \ldots\ldots + 51^2 - 111830{\cdot}63}{39}$$

$$= \frac{115206 - 111830{\cdot}63}{39} = 86{\cdot}55$$

$$MSs = \frac{(600^2 + \ldots\ldots + 521^2)/10 - 111830{\cdot}63}{3}$$

$$= \frac{112555{\cdot}7 - 11830{\cdot}63}{3} = 241{\cdot}69$$

$$MSw = \frac{3375{\cdot}37 - 725{\cdot}07}{36} = 73{\cdot}619$$

حساب تباين الصفة Y

$$C.T. = (5861)^2 / 40 = 858783{\cdot}03$$

$$MST = \frac{161^2 + 145^2 + \ldots\ldots + 141^2 - 858783{\cdot}03}{39}$$

$$= \frac{865133 - 858783{\cdot}03}{39} = 6349{\cdot}97$$

$$MSs = \frac{(1534^2 + \ldots\ldots + 1499^2)/10 - 858783{\cdot}03}{3}$$

$$MSw = \frac{6349{\cdot}97 - 1113{\cdot}67}{36}$$

$$= 145{\cdot}453$$

١ – تباين متوسط المربعات : Var Msg

$$Var\ MS_g = \frac{2MS_g^2}{f_g + 2}$$

حيث ان :

Msg هي متوسط المربعات

fg هي درجات الحرية لمتوسط المربعات

هذا وقد تم حساب تباينات متوسط المربعات للاباء ، الامهات والاخوة أو الاخوات الاشقاء لكل صفة X والصفة y .

٢ – تباين متوسط حواصل الضرب Mean cross products والتي يرمز لها $VarMcp_g$

$$var\ MCP_g = [(MS_{g(X)}) (MS_{g(Y)}) + MCP_g^2] / (f_g + 2)$$

حيث ان :

$MSg_{(x)}$ هو متوسط المربعات للصفة x

$MSg_{(y)}$ هو متوسط المربعات للصفة y

٣ – تغاير متوسط المربعات :

$$Cov (MS_{g(X)} , MS_{g(Y)}) = \frac{2\, MCP_g^2}{f_g + 2}$$

حساب حاصل الضرب بين الصفتين :

$$C . T . = \frac{(2115) (5861)}{40} = 309900{\cdot}38$$

$$MCP_T = \frac{65 \times 161 + 63 \times 145 + ... + 51 \times 141 - C . T}{39}$$

$$= \frac{311988 - 209900{\cdot}38}{39}$$

$$= 53{\cdot}529$$

$$MCP_S = \frac{(600 \times 1434 + ... + 521 \times 1499)/10}{3} = C.T$$

$$= \frac{310693{\cdot}7 - C.T}{3} = 264{\cdot}44$$

$$MCP_W = \frac{2087{\cdot}62 - 793{\cdot}32}{36} = 35{\cdot}953$$

وتكون مكونات التباين والتغاير كما يأتي :

S.O.V	d.f	Msx	Msy	Mcp
Sires	3	241.690	371.222	264.440
Progeny within Sires	36	73.619	145.453	35.953

$$\hat{\sigma}^2_{SX} = \frac{241{\cdot}690 - 73{\cdot}619}{10} = 16{\cdot}807$$

$$\hat{\sigma}^2_{SY} = \frac{371{\cdot}222 - 145{\cdot}453}{10} = 22{\cdot}577$$

$$\widehat{COV}_S = \frac{264{\cdot}440 - 35{\cdot}953}{10} = 22{\cdot}849$$

١ – الارتباط الوراثي :

$$r_G = \frac{22{\cdot}849}{(16{\cdot}807)(22{\cdot}577)} = 1{\cdot}0$$

٢ – الارتباط البيئي :

$$r_E = \frac{35{\cdot}953 - 22{\cdot}849}{(73{\cdot}619 - 16{\cdot}807)(145{\cdot}453 - 22{\cdot}577)}$$

$$= \frac{13{\cdot}104}{83{\cdot}551} \quad 0{\cdot}16$$

٣- الارتباط المظهري :

$$r_P = \frac{35{\cdot}953 + 22{\cdot}849}{\overline{(73{\cdot}619 + 16{\cdot}807)(145{\cdot}453 + 22{\cdot}577)}}$$

$$= \frac{58{\cdot}802}{123{\cdot}265} = 0{\cdot}48$$

ولتقدير الخطأ القياسي لمعامل الارتباطات المختلفة نثبت مكونات تباين التباين والتغاير وتبعا للمصدر الأبي بين الافراد داخل الآباء وحسب القوانين الآتية :

تغايرات متوسط المربعات ومتوسط حاصل الضرب :

$$\text{cov}\ (\ MS_{g(X)}\ ,\ MCP_g\ ) = \frac{2\ MS_{g(X)}\ MCP_g}{f_g + 2}$$

$$\text{cov}\ (\ MS_{g(Y)}\ ,\ MCP_g\ ) = \frac{2\ MS_{g(Y)}\ MCP_g}{f_g + 2}$$

والقانون العام الذي يستخدم لتقدير الانواع الثلاثة للارتباط هو:

$$\text{var}\ \hat{r}_g \simeq \frac{\hat{r}_g^2}{L^2} \{ (\ a^2\ \text{var}\ MCP_S + b^2\ \text{var}\ MCP_W\ ) / \widehat{\text{cov}}_{XY}^2$$

$$+ (\ a^2\ \text{var}\ MS_{S(X)} + b^2\ \text{var}\ MS_{W(X)}\ ) / 4\ \hat{\sigma}_X^4$$

$$+ (\ a^2\ \text{var}\ MS_{S(Y)} + b^2\ \text{var}\ MS_{W(Y)}\ ) / 4\ \hat{\sigma}_Y^4$$

$$- [\ a^2\ \text{cov}\ (\ MS_{S(X)}\ MCP_S\ ) + b^2\ \text{cov}\ (\ MS_{W(X)}\ MCP_W\ )\ ] / \hat{\sigma}_X^2\ \widehat{\text{cov}}_{XY}$$

$$- [\ a^2\ \text{cov}\ (\ MS_{S(Y)}\ MCP_S\ ) + b^2\ \text{cov}\ (\ MS_{W(Y)}\ MCP_W\ )\ ] / \hat{\sigma}_Y^2\ \widehat{\text{cov}}_{XY}$$

$$+ [\ a^2\ \text{cov}\ (\ MS_{S(X)}\ MS_{S(Y)}\ ) + b^2\ \text{cov}\ (\ MS_{W(X)}\ MS_{W(Y)}\ )\ ] / 2\ \hat{\sigma}_X^2\ \hat{\sigma}_Y^2\ ]$$

قيمة تباين X الواردة في بسط معادلة الارتباط = $\hat{\sigma}_X^2$

قيمة تباين Y الواردة في بسط معادلة الارتباط = $\hat{\sigma}_Y^2$

قيمة تغاير X و Y الواردة في مقام معادلة الارتباط = $\widehat{\text{cov}}_{XY}$

المعاملات الواردة في القانون :

Correlation	L	a	b
r_G	k	1	1
r_E	k	1	k + 1
r_P	k	1	k − 1

$$S.E.(\hat{r}_g) = \sqrt{\text{var}(\hat{r}_g)}$$

ومن هذه القوانين يمكننا حساب مكونات تباين التباين وتباين التغاير وتبعا للمصادر المختلفة ثم تقدير الخطأ القياسي لمعامل الارتباطات وكما يأتي :

$$\text{Var } MS_{s(x)} = \frac{2(241{\cdot}690)^2}{5} = 23365{\cdot}622$$

$$\text{Var } MS_{s(y)} = \frac{2(371{\cdot}222)^2}{5} = 55122{\cdot}309$$

$$\text{Var } MS_{w(x)} = \frac{2(73{\cdot}619)}{38} = 285{\cdot}2504$$

$$\text{Var } MS_{w(y)} = \frac{2(145{\cdot}453)^2}{38} = 1113{\cdot}504$$

$$\text{Var } MCP_s = \frac{(241{\cdot}690)(371{\cdot}222) + (264{\cdot}44)^2}{5}$$

$$= 31929{\cdot}832$$

$$\text{Var MCP}_w = \frac{(73{\cdot}619)(145{\cdot}453) + (35{\cdot}953)^2}{38}$$

$$= 315{\cdot}808$$

$$\text{COV MS}_{s(x)}\ ,\ \text{MS}_{s(y)} = \frac{2\,(264{\cdot}44)^2}{5} = 27971{\cdot}405$$

$$\text{COV MS}_{w(x)}\ \text{MS}_{w(y)} = \frac{2\,(35{\cdot}953)^2}{38} = 68{\cdot}033$$

$$\text{COV MS}_{s(x)}\ ,\ \text{MCP}_s = \frac{2\,(241{\cdot}69)(264{\cdot}44)}{5}$$

$$= 25565{\cdot}001$$

$$\text{COV MS}_{s(y)}\ ,\ \text{MCP}_s = \frac{2\,(371{\cdot}222)(264{\cdot}440)}{5}$$

$$= 39266{\cdot}378$$

$$\text{COV MS}_{w(x)}\ ,\ \text{MCP}_w = \frac{2\,(73{\cdot}019)(35{\cdot}953)}{38}$$

$$= 139{\cdot}3065$$

$$\text{COV MS}_{w(y)}\ ,\ \text{MCP}_w = \frac{2\,(145{\cdot}453)(35{\cdot}953)}{38}$$

$$= 275{\cdot}235$$

$\hat{\sigma}_x^2 = 16{\cdot}807$ $\qquad a = 1$

$\hat{\sigma}_y^2 = 22{\cdot}577$ $\qquad b = 1$

$\text{COV x y} = 22{\cdot}049$ $\qquad L = 10$

$$V\ \hat{r}_G = \frac{1}{100}\left[\frac{1\times 31929{\cdot}83 + 1\times 315{\cdot}809}{(22{\cdot}85)^2} + \right.$$

$$\frac{1\times 23365{\cdot}62 + 1\times 285{\cdot}25}{4(16{\cdot}81)^2} +$$

$$\frac{1\times 55122{\cdot}3 + 1\times 1113{\cdot}504}{4(22{\cdot}577)^2} - \frac{1\times 25565{\cdot}0 + 1\times 139{\cdot}3065}{(16{\cdot}807)(22{\cdot}849)}$$

$$\left. - \frac{1\times 39266{\cdot}38 + 1\times 275{\cdot}235}{(22{\cdot}577)(22{\cdot}849)} + \frac{1\times 27971{\cdot}405 + 1\times 68{\cdot}0325}{2(16{\cdot}807)(22{\cdot}577)}\right]$$

$$= \frac{1}{100}[\,61{\cdot}764 + 83{\cdot}727 - 66{\cdot}934 - 76{\cdot}652 + 36{\cdot}947\,]$$

$$= \frac{1}{100}(\,38{\cdot}852\,) = 0{\cdot}3885$$

$$\text{S.E. } \hat{r}_G = \sqrt{0{\cdot}3885} = 0{\cdot}623$$

$$\text{Var } \hat{r}_E = \frac{(\cdot 16)^2}{(10)^2}\left[\frac{1\times 31929{\cdot}83 + (11)^2(315{\cdot}808)}{(22{\cdot}849)^2} + \right.$$

$$\frac{1\times 23365{\cdot}622 + (11)^2(285{\cdot}2504)}{4(22{\cdot}577)^2} -$$

$$\frac{1\times 25565{\cdot}0 + (11)^2(139{\cdot}3065)}{(16{\cdot}807)(22{\cdot}849)} -$$

$$\frac{1\times 39266{\cdot}378 + (11)^2(275{\cdot}2354)}{(22{\cdot}577)(22{\cdot}849)} +$$

$$\left.\frac{1\times 27971{\cdot}405(11)^2(68{\cdot}0325)}{2(16{\cdot}807)(22{\cdot}577)}\right]$$

$$= \frac{(\cdot 16)^2}{(10)^2}(\,8{\cdot}5264\,)$$

$$= 0{\cdot}0022$$

$$S.E.\ \hat{r}_E = \sqrt{0{\cdot}0022} = 0{\cdot}047$$

$$Var\ \hat{r}_P = \frac{(\cdot 48)^2}{(10)^2}\left[\frac{31929{\cdot}83 + 81\,(315{\cdot}808)}{552{\cdot}0768} + \frac{23365{\cdot}622 + 81(285{\cdot}2504)}{1129{\cdot}0009} + \right.$$

$$\frac{55122{\cdot}30 + 81\,(113{\cdot}504)}{2038{\cdot}8837} - \frac{25565 + 81\,(139{\cdot}3065)}{384{\cdot}02314} -$$

$$\left.\frac{39266{\cdot}378 + 81\,(275{\cdot}2354)}{515{\cdot}86187} + \frac{27971{\cdot}405 + 81\,(68{\cdot}0325)}{758{\cdot}673}\right]$$

$$= \cdot 0131$$

$$\therefore\ S.E.\ \hat{r}_P = \sqrt{\cdot 0131} = 0{\cdot}115$$

وهكذا تكون معاملات الارتباط المختلفة $\pm$ الخطأ القياسي للصفتين

$$\hat{r}_G = 1{\cdot}0 \pm 0{\cdot}623$$

$$\hat{r}_E = 0{\cdot}16 \pm 0{\cdot}047$$

$$\hat{r}_P = 0{\cdot}48 \pm 0{\cdot}115$$

٢ – التصميم المتشعب : Nested Design

سبق ان عرفنا التصميم المتشعب بانه التصميم الذي يتضمن وجود مجموعة من الذكور وان كل ذكر يتزاوج مع عدة اناث لانتاج عدد من النسل من كل انثى. وكما هو الحال في طريقه تقدير المكافيء الوراثي يتبع نفس اسلوب تحليل التباين لكل من المتغيرين X و Y لايجاد تباين كل صفة ومن مصادر التباين المختلفة. ولتقدير معامل الارتباط المختلفة بين متغيرين وتحت ظروف تجربة التصميم المتشعب يكون جدول تحليل التغاير كمايلي :

S·O·V·	d·f·	MCP	EMCP
Sires الآباء	S − 1	MCP_S	$COV_W + K_2COV_D + K_3COV_S$
Dams / S الامهات داخل الآباء	D − 1	MCP_D	$COV_W + K_1COV_D$
Progeny / D / S النسل داخل الامهات داخل الآباء	n·· − D	MCP_W	COV_W

ويمكن ايجاد قيم معاملات النسل $K_1 K_2 K_3$ كما مر سابقاً في تحليل التباين للتجارب المتزنة وغير المتزنة.

اما بخصوص تقدير معدلات نواتج الضرب Mcp لمصادر التغاير المختلفة فيكون حسب القوانين الآتية :

$$C{\cdot}T = \frac{X_{\cdot\cdot\cdot} Y_{\cdot\cdot\cdot}}{n_{..}}$$

$$MCP_S = \left[\sum_i \frac{X_{ij.}\, Y_{ii.}}{n_{i..}} - C{\cdot}T{\cdot} \right] / S - 1$$

$$MCP_D = \left[\sum_i \sum_j \frac{X_{ij.} Y_{ij.}}{n_{ij}} - \sum_i \frac{X_{i..}\, Y_{i..}}{n_{i.}} \right] / D - S$$

$$MCP_W = \left[\sum_i \sum_j \sum_k X_{ijk}\, Y_{ijk} - \sum_i \sum_j \frac{X_{ij\cdot}\, Y_{ij}}{n_{ij}} \right] / n$$

وتكون مكونات التغاير تبعاً لمصادره المختلفة وفقاً للعلاقات الاتية :

$$\widehat{COV}_W = MCP_W$$

$$\widehat{COV}_D = \frac{MCP_D - MCP_W}{k_1}$$

$$\widehat{COV}_S = \frac{MCP_S - MCP_D}{k_3}$$

ومن مكونات التباين ومكونات التغاير يقدر الارتباط الوراثي والبيئي والمظهري كما يأتي :

١ – الارتباط الوراثي Genetc correlation

ا – من المصدر الأبي

$$r_{GS} = \frac{\widehat{COV}_S}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{S(X)} \hat{\sigma}^2_{S(Y)}}}$$

ب – من المصدر الامي :

$$r_{GD} = \frac{\widehat{COV}_D}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{D(X)} \hat{\sigma}^2_{D(Y)}}}$$

جـ – من المصدر الابي والامي :

$$r_{G(S+D)} = \frac{\widehat{COV}_S + \widehat{COV}_D}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{S(X)} + \hat{\sigma}^2_{D(X)}} \sqrt{\sigma^2_{S(Y)} + \hat{\sigma}^2_{D(Y)}}}$$

٢ – الارتباط البيئي :

أ – من طرح مكونات الذكور

$$r_{ES} = \frac{\widehat{COV}_W - 2\,\widehat{COV}_S}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{W(X)} - 2\,\hat{\sigma}^2_{S(X)}} \quad \sqrt{\hat{\sigma}^2_{W(Y)} - 2\,\hat{\sigma}^2_{S(Y)}}}$$

ب – من طرح مكونات الاناث :

$$r_{ED} = \frac{\widehat{COV}_W - 2\,\widehat{COV}_D}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{W(X)} - 2\,\hat{\sigma}^2_{D(X)}} \quad \sqrt{\hat{\sigma}^2_{W(Y)} - 2\,\hat{\sigma}^2_{D(Y)}}}$$

جـ – من طرح مكونات الذكور والاناث :

$$r_{E(S+D)} = \frac{\widehat{COV}_W - \widehat{COV}_S - \widehat{COV}_D}{\sqrt{\left[\hat{\sigma}^2_{W(X)} - \hat{\sigma}^2_{S(X)} - \hat{\sigma}^2_{D(X)}\right]\left[\hat{\sigma}^2_{W(Y)} - \hat{\sigma}^2_{S(Y)} - \hat{\sigma}^2_{D(Y)}\right]}}$$

الارتباط المظهري : Phenotypic Correlation

$$r = \frac{\widehat{COV}_W + \widehat{COV}_D + \widehat{COV}_S}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{W(X)} + \hat{\sigma}^2_{D(X)} + \hat{\sigma}^2_{S(X)}} \quad \sqrt{\hat{\sigma}^2_{W(Y)} + \hat{\sigma}^2_{D(Y)} + \hat{\sigma}^2_{S(Y)}}}$$

والقانون العام لحساب تباين الارتباطات لمثل هذه التصاميم هو :

$$\mathrm{Var}(\hat{r}_g) = \frac{\hat{r}_g^2}{L^2} \{ (a^2 \mathrm{Var}\ MCP_S + b^2 \mathrm{Var}\ MCP_D + c^2 \mathrm{Var}\ MCP_W) / \widehat{COV}_{XY}^2$$

$$+ (a^2\ \mathrm{Var}\ MS_{S(X)} + b^2\ \mathrm{Var}\ MS_{D(X)} + c^2\ \mathrm{Var}\ MS_{W(X)}) / 4\ \hat{\sigma}_X^4$$

$$+ (a^2\ \mathrm{Var}\ MS_{S(Y)} + b^2\ \mathrm{Var}\ MS_{D(Y)} + c^2\ \mathrm{Var}\ MS_{W(Y)} / 4\ \hat{\sigma}_Y^4$$

$$- [a^2\ COV (MS_{S(X)}\ MCP_S) + b^2\ COV (MS_{D(X)}\ MCP_D)$$

$$+ c^2\ COV (MS_{W(X)}\ MCP_W)] / \hat{\sigma}_X^2\ \widehat{COV}$$

$$- [a^2\ COV (MS_{S(Y)}\ MCP_S) + b^2\ COV (MS_{D(Y)}\ MCP_D)$$

$$+ c^2\ COV (MS_{W(Y)}\ MCP_W)] / \hat{\sigma}_Y^2\ \widehat{COV}$$

$$+ [a^2\ COV (MS_{S(X)}\ MS_{S(Y)}) + b^2\ COV (MS_{D(X)}\ MS_{D(Y)})$$

$$+ c^2 (MS_{W(X)}\ MS_{W(Y)})] / 2\ \hat{\sigma}_X^2$$

The variance of a mean square

$$\mathrm{Var}\ MS_g = \frac{2\ MS_g^2}{f_g + 2}$$

where MS_g is the g-th mean square and f_g = the degrees of freedom of the g-th mean square.

The variance of the mean cross products·

$$\text{Var MCP}_g = [(MS_{g(X)}) / (MS_{g(Y)}) + MCP_g^2] / (f_g + 2)$$

where MCP_g is the g-th mean cross product, $MS_{g(X)}$ is the g-th mean square for trait X and $MS_{g(Y)}$ is the g-th mean square for trait Y.

The covariance of mean squares

$$COV (MS_{g(X)}, MS_{g(Y)}) = \frac{2\, MCP_g^2}{f_g + 2}$$

The covariances of the mean square and mean cross product

$$COV (MS_{g(X)}, MCP_g) = \frac{2\, MS_{g(X)}\, MCP_g}{f_g + 2}$$

		Coefficients		
Correlation	L	a	b	c
r_G				
Sire	k_3	1	$-k_2 / k_1$	$(k_2 - k_1) / k_1$
Dam	k_1	0	1	-1
S + D	$k_1 k_3$	k_1	$(k_3 - k_2)$	$(k_2 - k_1 - k_3)$
r_E				
W − 2S	k_3	-2	$2k_2 / k_1$	$[(k_1 - k_2) / k_1] + k$
W − 2D	k_1	0	-2	$k_1 + 2$
W − S − D	$k_1 k_3$	$-k_1$	$k_2 - k_3$	$k_1 - k_2 + k_3 (k_1 +$
r_P	$k_1 k_3$	k_1	$k_3 - k_2$	$k_2 - k_1 + k_3 (k_1 -$

والبيانات الآتية تمثل نتائج تجربة لتقدير الارتباطات المختلفة بين وزن الجسم الحي وطول الساق في الرومي

Mean Squares and Mean Cross Pro ducts

متوسط المربعات ومتوسط نواتج الضرب -

Source	d.f.	Body weight MS	B.W. × S.L MCP	Shank length MS
Sires	16	1,456,187	5,171	86·30
Dams	51	1,033,392	3,658	45·51
Progeny	136	810,551	3,105	36·47

Components of Variance and Covariance

مكونات التباين والتغاير

Body weight	B.W. × S.L.	Shank Length
$\hat{\sigma}_S^2 = 35,233$	$\widehat{COV}_S = 126$	$\hat{\sigma}_S^2 = 3{\cdot}399$
$\hat{\sigma}_D^2 = 74,280$	$\widehat{COV}_D = 184$	$\hat{\sigma}_D^2 = 3{\cdot}013$
$\hat{\sigma}_W^2 = 810,551$	$\widehat{COV}_W = 3,105$	$\hat{\sigma}_W^2 = 36{\cdot}47$

الارتباط الوراثي بين الصفتين :

ا- من مكونات الذكور:

$$r_{G(S)} = \frac{126}{\sqrt{35233}\ \sqrt{3{\cdot}399}} = 0{\cdot}364$$

ب- من مكونات الاناث :

$$r_{G(D)} = \frac{184}{\sqrt{74280}\ \sqrt{3{\cdot}013}} = 0{\cdot}389$$

جـ – من مكونات الذكور والاناث :

$$r_{G(S+D)} = \frac{126 + 184}{\sqrt{35233 + 74280}\ \sqrt{3{\cdot}399 + 3{\cdot}013}} = 0{\cdot}369$$

الارتباط البيئي :

أ– من طرح مكونات الذكور:

$$r_E = \frac{3105 - 2(126)}{\sqrt{810551 - 2(35233)}\ \sqrt{36{\cdot}47 - 2(3{\cdot}399)}} = 0{\cdot}608$$

ب– من طرح مكونات الاناث :

$$r_E = \frac{3105 - 2(184)}{\sqrt{810551 - 2(74280)}\ \sqrt{36{\cdot}47 - 2(3{\cdot}013)}} = 0{\cdot}609$$

جـ – من طرح مكونات الذكور والاناث :

$$r_E = \frac{3105 - 126 - 184}{\sqrt{810551 - 35233 - 74280}\ \sqrt{36{\cdot}47 - 3{\cdot}399 - 3{\cdot}013}}$$

$$= 0{\cdot}61$$

الارتباط المظهري :

$$r_P = \frac{126 + 184 + 3105}{\sqrt{35233 + 74280 + 810551}\ \sqrt{3{\cdot}339 + 3{\cdot}013 + 36{\cdot}47}}$$

$$= 0{\cdot}54$$

والاخطاء القياسية يتم تقديرها تبعاً للقوانين المذكورة سابقاً وكما يأتي :

Standard errors الخطأ القياسي

1) Variance of the mean squares and mean cross products
تباين متوسط المربعات ونواتج الضرب وزن الجسم

$$Var(MS_{S(X)}) = \frac{2(1,456,187)^2}{16+2} = 2,356,089 \times 10^5$$

$$Var(MCP_S) = \frac{(1,456,187)(86{\cdot}30) + 5,171^2}{16+2} = 8,467,121$$

$$Var(MS_{S(Y)}) = \frac{2(86{\cdot}30)^2}{16+2} = 827{\cdot}52$$

etc.

Source	Body Weight وزن الجسم	B.W. × S.L.	Shank Length طول الساق
Sires	2,356,089 × 10^5	8,467,121	827·52
Dams	402,981 × 10^5	1,139,823	78·16
Sibs	95,216 × 10^5	284,071	19·28

2) Covariances of mean squares and cross products.
تغاير متوسط المربعات ونواتج الضرب

Sires

$$COV(MS_{S(X)}, MS_{S(Y)}) = \frac{(2)(5171)^2}{16+2} = 2,971,027$$

$$COV(MS_{S(X)}, MCP_S) = \frac{(2)(1,456,187)(5,171)}{16+2}$$

$$= 836,660 \times 10^3$$

$$COV(MS_{S(Y)}, MCP_S) = \frac{(2)(86{\cdot}30)(5,171)}{16+2} = 49,584$$

Dams

$$\mathrm{COV}\,(\,MS_{D(X)},\ MS_{D(Y)}\,) = \frac{2\,(\,3{,}658\,)^2}{51\ +\ 2} = 504{,}942$$

$$\mathrm{COV}\,(\,MS_{D(X)},\ MCP_D\,) = \frac{(\,2\,)\,(\,1{,}033{,}392\,)\,(\,3{,}658\,)}{51\ +\ 2}$$

$$= 142{,}647\ \times\ 10^3$$

$$\mathrm{COV}\,(\,MS_{D(Y)},\ MCP_D\,) = \frac{(\,2\,)\,(\,45{\cdot}51\,)\,(\,3{,}658\,)}{51\ +\ 2} = 6{,}282{\cdot}10$$

Sibs

$$\mathrm{cov}\,(\,MS_{W(X)}\,,\ MS_{W(Y)}\,) = \frac{2\,(\,3{,}105\,)^2}{136\ +\ 2} = 139{,}725$$

$$\mathrm{cov}\,(\,MS_{W(X)}\,,\ MCP_W\,) = \frac{2\,(\,810{,}551\,)\,(\,3{,}105\,)}{136\ +\ 2} = 36{,}475\ \times$$

$$\mathrm{cov}\,(\,MS_{W(Y)}\,,\ MCP_W\,) = \frac{2\,(\,36{\cdot}47\,)\,(\,3{,}105\,)}{136\ +\ 2} = 1{,}641{\cdot}15$$

General formula

$$\mathrm{var}\,(\hat{r}_g) = \frac{\hat{r}_g^{\,2}}{L^2}\,\{\,[\,a^2\,(\,8{,}467{,}121\,) + b^2\,(\,1{,}139{,}823\,) + c^2\,(284{,}071)]/\,\widehat{\mathrm{cov}}_X^{\,2}$$

$$+\ [\,a^2\,(\,2{,}356{,}089\ \times\ 10^5\,) + b^2\,(\,402{,}981\ \times\ 10^5\,) + c^2\,(\,95{,}216\ \times\ 10^5\,)\,]\,/\,4$$

$$+\ [\,a^2\,(\,827{\cdot}52\,)\ +\ b^2\,(\,78{\cdot}16\,)\ +\ c^2\,(\,19{\cdot}28\,)\,]\ /\ 4\,\hat{\sigma}_Y^{\,4}$$

$+ [\,a^2 (836{,}660 \times 10^3) + b^2 (142{,}647 \times 10^3) + c^2 (36{,}475 \times 10^3)]/\hat{\sigma}_X^2\, cc$

$-\ [\ a^2\ (\ 49{,}584\ ) + b^2\ (\ 6{,}282{\cdot}1\ ) + c^2\ (\ 1{,}641{\cdot}15\ )\ [\ /\ \hat{\sigma}_Y^2\, \widehat{cov}_{XY}$

$+\ [\ a^2\ (\ 2{,}971{,}027\ ) + b^2\ (\ 504{,}942\ ) + c^2\ (\ 139{,}725\ )\ ]\ /\ 2\,\hat{\sigma}_X^2\,\hat{\sigma}_Y^2\ \}$

For r_G (sires) , $r_G = 0{\cdot}364$

$L = 12,\ a = 1,\ b = -1,\ c = 0$

$\hat{\sigma}_X^2 = 35{,}233,\ \hat{\sigma}_Y^2 = 3{\cdot}399,\ \widehat{cov}_{XY} = 126$

$$\text{var}\,(\,{\cdot}364\,) = \frac{0{\cdot}364^2}{12^2}\,(\,605{\cdot}12 + 55{\cdot}56 + 19{\cdot}598 - 220{\cdot}6 - 130{\cdot}4 + 14{\cdot}51\,)$$

$$\text{S.E.}\ (\ {\cdot}364\ ) = \sqrt{0{\cdot}3162} = 0{\cdot}5623$$

r_G (sires) $= 0{\cdot}364 \pm 0{\cdot}562$

٣ – انحدار النسل على الآباء : Parent – offspring regression

بواسطة تحليل التغاير بين احد الآباء والنسل يمكن تقدير الارتباط الوراثي. وفي هذا المجال تتبع نفس الاسس الاحصائية المستعملة في تقدير المكافيء الوراثي والمذكور في الصفحة (   ) ولكل من الصفات المدروسة.

١ – انحدار متوسط النسل على احد الآباء Parent – off spring mean

في هذا التحليل يجب الحصول على أربع مكونات للتباين المشترك بين احد الآباء ومتوسط النسل. وبافتراض تقدير الارتباط بين الصفة الاولى والصفة الثانية فان قيم التغايرات اللازم تقديرها تشمل :

تغاير الصفة الاولى في احد الآباء والصفة الثانية في النسل
تغاير الصفة الثانية في احد الآباء والصفة الاولى في النسل
تغاير الصفة الاولى في احد الآباء والصفة الاولى في النسل
تغاير الصفة الثانية في احد الآباء والصفة الثانية في النسل

ومن القانون العام لحاصل ناتج الضرب **Sum cross product**

$$\Sigma\, xz = \Sigma\, X\, Z - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{N}$$

$$COV = \frac{\Sigma\, xz}{N-1}$$

حيث أن :

N= عدد افراد النسل Parent – offspring pairs

ويتم تقدير الارتباط الوراثي بوساطة الطريقة الحسابية والمتمثلة في احد القوانين التالية :

$$r_G = \frac{\widehat{COV}_{X_1Z_2} + \widehat{COV}_{X_2Z_1}}{2\sqrt{\widehat{COV}_{X_1Z}\, \widehat{COV}_{X_2Z_2}}}$$

$$r_G = \frac{\widehat{COV}_{X_2Z_1}}{\sqrt{\widehat{COV}_{X_1Z_1}\, \widehat{COV}_{X_2Z_2}}}$$

$$r_G = \frac{\widehat{COV}_{X_1Z_2}}{\sqrt{\widehat{COV}_{X_1Z_1}\, \widehat{COV}_{X_2Z_2}}}$$

وفي حالة ملاحظة فروق كبيرة بين تباين مشاهدات الام وتباين سجلات النسل يجب الانتباه الى ان المعادلتين الاخيرتين تحتاج الى بعض التصحيحات حسب ماجاء به (Dickerson, 1969) .

والطريقة الثانية لتقدير الارتباط الوراثي هي الطريقة الهندسية :

$$r_G = \sqrt{\frac{\widehat{COV}_{X_1Z_1}\,\widehat{COV}_{X_2Z_1}}{\widehat{COV}_{X_1Z_1}\,\widehat{COV}_{X_2Z_2}}}$$

وفي حالة التعرض الى اشارة السالب فان علامة الارتباط المحسوبة بالطريقة الهندسية يعوض عنها باشارة الارتباط المحسوب بالطريقة الحسابية. والخطأ القياسي لمعامل الارتباط الوراثي يمكن تقديره كما جاء في المعادلة المقترحة من قبل Falconer, 1960 وذلك بعد تقدير الخطأ القياسي للمكافيء الوراثي للصفتين والمحسوبة من تحليل الانحدار.

$$S.E._{(r_G)} = \frac{1 - r_G^2}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{S.E.\,h_1^2\; S.E.\,h_2^2}{h_1^2\, h_2^2}}$$

٢ – بواسطة انحدار معدل النسل على الام : Intra – sire, dam – mean of offspring

للحصول على معامل الارتباط الوراثي بوساطة انحدار معدل النسل على الام تتبع نفس الاسلوب والرموز الاحصائية المشار اليها في تقدير المكافيء الوراثي والمذكورة تفصيلياً في الصفحة (   ) حيث يكون جدول تحليل التغاير

Source	SCP	MCP
Sires	$\Sigma \frac{X_i.\,Z_i.}{n_i}$	
Dams / sires	$\sum_i \sum_j X_{ij}Z_{ij} - \Sigma \frac{X_i.\,Z_i.}{n_i}$	$SCP_D / D - S$

ومن القيم المقدرة يمكن حساب قيم التباينات الاربعة كما مرت ذكره في طريقة انحدار متوسط النسل على احد الاباء ويتم تقدير الارتباط الوراثي اما تبعاً للطريقة الحسابية او تبعاً للطريقة الهندسية المذكورتين في حالة انحدار متوسط الابناء على الاب.

تمارين الفصل الحادي عشر

١١ – ١ لماذا يهتم الاخصائيين في تربية وتحسين الدواجن بمعرفة الاسس العلمية للمكافيء الوراثي للصفة او الصفات الاقتصادية ذات الاهتمام.

١١ – ٢ كيف يمكن للمربي ان يزيد من كفاءة تقدير قيمة المكافيء الوراثي للصفة او الصفات المدروسة.

١١ – ٣ لماذا يساوي المكافيء الوراثي للصفة المدروسة اربعة اضعاف معامل الارتباط بين انصاف الاخوة او الاخوات.

١١ – ٤ الجدول التالي يبين تحليل التباين لصفة وزن الجسم الحي عند عمر ١٢ اسبوع لنتاج ٢٠ ذكراً من دجاج الرومي المحلي حيث كان معدل النسل لكل ذكر وكل انثى يساوي ٤١,٣ و٦ افراخ على التوالي ، المطلوب تقدير المكافيء الوراثي للصفة.

Source of Variation	d .f.	MS	EMS
Between Sires	19	968·50	$\hat{\sigma}_W^2 + k_2\,\hat{\sigma}_D^2 + k_3\,\hat{\sigma}_S^2$
Dams / Sires	40	189·86	$\hat{\sigma}_W^2 + k_1\,\hat{\sigma}_D^2$
Progeny / D / S	660	139·60	$\hat{\sigma}_W^2$

١١ – ٥ ماهي اسباب تلازم بعض الصفات الاقتصاية في اتجاه واحد او اتجاه معاكس نتيجة لانتخاب احدى الصفتين.

١١ – ٦ في تجربة صممت على اساس التصميم المتشعب كانت نتائج تحليل التباين والتغاير لصفة معدل وزن الجسم الحي عند عمر ٤ أسابيع (x) وعند عمر ١٢ اسبوعاً (y) كالاتي :

Source of Variation	MS_x	$M_{xy}CP$	MS_y
Between Sires	118.00	47.48	350.60
Dams/Sires	39.36	13.26	211.30
Progeny/D/S	20.10	10.15	160.00

وكانت قيم $K_1 = K_2 = 13.20$ وان $k_3 = 20$ احسب معامل الارتباط الوراثي والمظهري والبيئي ومن مصادر التغاير المختلفة للصفتين.

الانتخاب وانظمة التزاوج

Selection and Mating Systems

اولا : الانتخاب Selection

إن الهدف الرئيس لمشاريع وخطط التربية والتحسين هو تحقيق مقدار من الزيادة في معدل الانتاج للصفة او الصفات. ولتحقيق هذا الهدف لابد من انتخاب احسن الآباء والامهات لانتاج الجيل القادم. وبما ان الانتخاب لاينتج مجموعة من الجينات ولايغير من فعل الجين ولكنه بالاحرى يؤدي الى زيادة نسبة الجينات المرغوبة عن طريق زيادة نسل الآباء المتفوقة، لذا فأن تأثيركل من الآباء والامهات المنتخبة على اساس التركيب الوراثي للقطيع يعتمد على عدد الافراد المنتخبة ومدى تفوقها عن معدل القطيع.

إن المشكلة التي قد يواجهها المربي في انتخاب آباء وامهات الجيل القادم هي التقييم الصحيح للافراد المنتخبة وتحديد قيمها الوراثية Breeding values والتي منها يمكن التنبؤ بالمعدل الانتاجي لنسل تلك الافراد المنتخبة. وبهذا الخصوص فأن المعلومات الدقيقة عن سجلات الافراد او سجلات انسابها او نسلها تساعد المربي في تقدير القيمة الوراثية للافراد. على هذا الاساس يمكن تقسيم الانتخاب الى عدة طرق، والرئيسة منها هي :

١ – الانتخاب المظهري Pheno typic Selection

يقصد به انتخاب الافراد على اساس سجلاتها فقط وللصفة ذات الاهتمام. ومن هذه السجلات يمكن تقدير القيمة التربوية للفرد.

إن التحسين المتوقع في الصفة المنتخب لها يعادل معدل سجلات الافراد المنتخبة مطروحا منه معدل القطيع ومضروبا في المكافيء الوراثي للصفة.

ويمكن تمثيل الاستجابة للانتخاب Response of selection بالمعادلة التالية

$$R = h^2 (\bar{R} - FA)$$

حيث ان:

R = الاستجابة للانتخاب

$\bar{R}$ = معدل الافراد المنتخبة

FA = معدل القطيع

وان القيمة التربوية المتوقعة للفرد على اساس سجلاته تساوي:

$$EBV = FA + h^2 (\bar{R} - FA)$$

$$\text{or } EBV = FA + i\sigma^2_{ph}$$

إن القيمة $\bar{R} - FA$ يطلق عليها الفارق الانتخابي Selection defferential, SD والذي يقاس بوساطة شدة الانتخاب Selection intensity الذي يمثل نسبة الافراد المتبقية في القطيع لتكن آباء او امهات الجيل القادم التي تمثل الحد الاعلى لحجم الفارق الانتخابي. وتقاس شدة الانتخاب هذه على اساس الانحراف القياسي i للنسبة المنتخبة من الافراد نسبة الى الانحراف القياسي المظهري الاصلي σ_P اي ان شدة الانتخاب تساوي $\frac{SD}{\sigma_P}$. والجدول التالي (١٢-١) يوضح بعض القيم بوحدات قياسية من الفوارق الانتخابية للنسبة المنتخبة من الافراد P. ان حجم الفارق الانتخابي الذي يعتمده المربي في خطة التربية يعتمد على رغبته في زيادة او نقصان او ثبوت حجم القطيع في الجيل القادم.

من ناحية اخرى، فأن لقيمة المكافيء الوراثي للصفة المنتخبة وطريقة الانتخاب التي يعتمدها المربي تأثير على مدى الاستجابة او الفائدة من الانتخاب. وفي هذا المجال فأن الصفات ذات المكافيء الوراثي العالي تعكس فيها سجلات الفرد اقرب قيمة لما يحتويه من

تراكيب وراثية مؤثرة على تلك الصفة . وعليه يكون الانتخاب المظهري هو الوسيلة الفعالة لتقدم مثل تلك الصفات في الاجيال القادمة .

إن الاداء الانتاجي المتوقع لافراد الجيل القادم يعادل معدل القيمة التربوية للآباء والامهات المنتخبة ، اي ان

$$BVO = \frac{BVS + BVD}{2}$$

حيث ان :

BVO = القيمة التربوية للنسل

BVS = القيمة التربوية للآباء

BVD = القيمة التربوية للامهات

جدول رقم (١٢-١) : يوضح الفارق الانتخابي الذي يعبر عن وحدات الانحراف القياسي لدرجات مختلفة من شدة الانتخاب .

Fraction saved (p)	Selection differential	Fraction saved (p)	Selection differential
0.90	0.20	0.09	1.80
0.80	0.35	0.08	1.86
0.70	0.50	0.07	1.92
0.60	0.64	0.06	1.99
0.50	0.80	0.05	2.06
0.40	0.97	0.04	2.15
0.30	1.16	0.03	2.27
0.25	1.27	0.02	2.42
0.20	1.40	0.01	2.67
0.15	1.55	0.005	2.89
0.10	1.76	0.001	3.37

ولتوضيح ذلك نفترض ان في قطيع من دجاج البليموث روك الابيض معدل وزن الجسم عند عمر ٨ أسابيع يساوي ١٨٠٠ غم للذكور وبأنحراف قياسي مقداره ٣٠٠ غم و ١٦٠٠ غم للاناث وبأنحراف قياسي مقداره ٢٥٠ غم وتم استبقاء ١٠٪ من الذكور و ٣٠٪ من الاناث لتكن اباء وامهات الجيل القادم وان المكافيء الوراثي للصفة يساوي ٠,٣ . فعلية نتوقع ان يكون معدل وزن الجسم للنسل الناتج كما يلي :

القيمة التربوية للأباء $E\ BVS = 1800 + \cdot 3 \times 528 = 1958$

القيمة التربوية للامهات $E\ BVD = 1600 + \cdot 3 \times 290 = 1687$

القيمة التربوية للنسل $E\ BVO = \frac{1958 + 1687}{2} = 1823\ gm$

٢ – الانتخاب العائلي : Family Selection

يقصد به انتخاب مجموعة من الافراد الذين بينهم صلة قرابة على اساس معدل سجل عائلاتهم . وتستخدم هذه الطريقة في حالة الانتخاب للصفات ذات المكافيء الوراثي المنخفض والتي تظهر على احد الجنسين كانتاج البيض مثلا .

ولتوضيح ذلك نفترض وجود ثلاث عوائل أبيه Z و Y و X والمكونة كل منها من ثلاث امهات وعشرة افراد اناث لكل ام كما في المخطط الآتي :

Relative Merit of Progeny

الاستحقاق النسبي للنسل

الاب Sire	الام Dam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	معدل نسل الام Avergae of Dam's progeny	معدل نسل الاب Average of Sire's progeny
	A		x				xx	x	xx	xx	xx	7·5	
X	B			x		xx	xxx	x	x	x	x	6·5	5·8
	C	xx	xxx	x	xx	x				x		3·3	
	D				x	xx	xxx	x	xx	x		6·4	—
Y	E						x	x	xx	xx	xxxx	8·7	7·5
	F				x	x		xxx	xxx	x	x	7·3	
	G		xx	xxx	xx	x	x				x	4·2	
Z	H			x	xx		xxx	xx	x	x		6·0	4·9
	I		x	xx	xxx	xx	x		x			4·4	

ولنفترض انه تقييم نسل كل ام بالنسبة لصفة معينة وطبقا لمقياس نسبي relative merits يتراوح بين القيمة ١ الدالة على اقل استحقاق والقيمة ١٠ الدالة على اعلى استحقاق. وعليه يمكن حساب معدل كل عائلة اميه وكل عائلة ابيه . وعلى سبيل المثال يكون معدل استحقاق العائلة A .

$$٧,٥ = \frac{١٠\times٢+٩\times٢+٨\times٢+٧\times١+٦\times٢+٢\times١}{١٠}$$

على هذا الاساس وفي حالة الصفة ذات المكافيء الوراثي المنخفض فأنه يتم انتخاب كل افراد العائلة E ثم افراد العائلة A و F اعتمادا على نسبة المستبقي من القطيع . والسؤال الذي قد يتبادر الى الذهن هو عن مصير بعض الافراد المتفوقة في العوائل ذات المعدل الواطئ أو بالكعس. في حالة الانتخاب العائلي يتم التركيز على معدل انتاجية العائلة فقط لاغير.

من ناحية اخرى ، ان للانتخاب العائلي اهمية اكبر عندما يكون الانتخاب على اساس معدل انتاج العوائل الابيه حيث ان كل ذكر بأمكانه ان يعطي من تراكيبه الوراثية اكثر من عشرة اضعاف ماتعطيه كل ام الى القطيع القادم. ومن المخطط المذكور فأن انتخاب احفاد الاب Y يكون اكثر دقة وأكثر فعالية في تقدم الصفة.

اما بخصوص كفاءة الانتخاب العائلي مقارنة بالانتخاب المظهري في مدى تقدم الصفة نتوقع ان يكون بمقدار يعادل

$$\frac{1 + (n-1)r}{\sqrt{n[1 + (n+1)t]}}$$

حيث ان :

r = قيمة العلاقة الوراثية بين الافراد وهي تعادل ٠,٥ للافراد الاشقة و ٠,٢٥ للافراد الانصاف أشقة.

n = عد افراد العائلة

t = الارتباط المظهري داخل افراد العائلة وتساوي $\frac{١}{٢}$ المكافيء الوراثي في حالة الاشقة التامة و $\frac{١}{٤}$ المكافيء الوراثي في حالة الانصاف اشقة.

ومن القانون اعلاه نستنتج انه في حالة زيادة قيمة t عن قيمة r فأن الانتخاب العائلي اقل كفاءة من الانتخاب المظهري في تقدم الصفة المنتخب لها.

وعليه يكون من الافضل التعامل مع بيانات الاشقاء التامة fullsibs وعندما تكون قيمة t منخفضة، اي ان قيمة r اكبر من قيمة t كما هو الحال في الصفات ذات المكافيء الوراثي المنخفض كالصفات التناسلية.

اما بخصوص القيمة التربوية BV لمعدل العائلة الانثوية فيمكن تقديره من القانون التالي:

$$EBV_f = FA + i\sigma_P h^2 \quad \frac{1 + (n-1)r}{\sqrt{n[1 + (n-1)t]}}$$

٣- الاختبار حسب النسل : Porgeny Testing

في هذه الطريقة يتم انتخاب الفرد على اساس سجلات نسلة. وهي اكثر الطرق شيوعا في الانتخاب للصفات التي تستوجب ذبح الحيوان كصفات الذبيحة او للصفات التي لاتظهر على الجنسين كأنتخاب الذكور لغرض انتاج البيض. وتعد هذه الطريقة من اكفأ طرق الانتخاب وطرق تقدير القيمة الوراثية للفرد في حالة توفر البيانات الدقيقة لنسل ذلك الفرد. ويعود سبب ذلك الى ان نسل كل فرد يمثل نصف وراثته. وبالرجوع الى المخطط المذكور يلاحظ ان الامهات A و E يمتاز نسلهم في معدل انتاجية عالية مما يميز تلك الامهات عن غيرهم ويشجع المربي على استغلالهم في خطط التربية المستقبلية إضافة الى النسل.

وبنفس الوضع يعد الاب Y فردا متميزا طبقا لسجلات بناته. ولتقدير القيمة التربوية للفرد اعتمادا على الاداء الانتاجي لنسله نطبق القانون الآتي:

$$EBV = FA + \frac{nh^2\,0{\cdot}5}{1 + (n-1)t} \quad (\underset{\text{Average}}{\text{offspring}} - FA)$$

إن اختبار النسل ربما له محدودية معينة في انتخاب الامهات بسبب طول فترة الجيل والعدد القليل لنسل كل ام الذي يمكن منه الاعتماد على البيانات بسبب حالة عدم تجانس ذلك النسل ، كما في تباين العمر، وعليه ينصح بتوفير مالا يقل عن ١٠ اخوات من نسل كل ام للحصول على دليل انتخابي دقيق في قطعان دجاج البيض. وبالنسبة للذكور فأن العدد اللازم لدراسة الاداء الانتاجي للنسل يجب ان لايقل عن ٤٠ فردا وكذلك يجب ملاحظة ان تكون عملية اختيار الآباء والامهات مركزة على الافراد الآتية من آباء وامهات متفوقة اصلا في ادائها الانتاجي. ومن الناحية العملية وكما هو واقع الحال في مشاريع التربية والتحسين الكبيرة الحجم يجب توفير ما لايقل عن ١٠٠ عائلة من الاخوة او الاخوات fullsibs والتي منها يتم انتخاب الامهات كل سنة تبعا لسجلات نسلهم. كما يجب توفر ما لايقل عن ٢٠ عائلة أبيه Single-male pen matings من سنة الى اخرى لغرض الحصول على اكبر قدر ممكن من شدة الانتخاب ومن ثم اختيار قطعان التربية المستقبلية.

٤ – الانتخاب حسب النسب : Pedigree Selection

يمكن ان تنتخب الافراد طبقا لسجلات الاباء او الامهات حيث ينتخب المربي بعض الافراد بأعمار مبكرة تبعا للاداء الانتاجي للآباء. والقيمة التربوية للافراد المنتخبة مقدرة من سجلات الآباء هي :

$$EBV = FA + 1/2\, h^2 (\text{Parent record} - FA)$$

الانتخاب لاكثر من صفة Selection for more than one trait

كما ان اشرنا سابقا من ان الهدف الرئيس لمشاريع التربية والتحسين هو زيادة معدل الانتاج لتحقيق اعلى مردود اقتصادي وبما انه هنالك اكثر من صفة تشترك لتحقيق ذلك الهدف فأنه لابد من التركيز على تحسين الصفات ذات العلاقة ، كالاهتمام بتحسين معدل انتاج البيض ، معدل وزن البيضة ، الكفاءة التحويلية للغذاء... الخ وعليه لابد من شمول عدد من الصفات الاقتصادية المهمة في برنامج التربية والتحسين. وفي هذا المجال ، هنالك عدة طرق يمكن ان يمارسها المربي في الانتخاب لاكثر من صفة. واهم هذه الطرق هي :

١ – الانتخاب المتسلسل : Tandem Selection

يقصد به الانتخاب لصفة معينة لحين الوصول بها الى المستوى المطلوب ثم يتبعها عملية انتخاب للصفة الاخرى ذات الاهتمام من بين الافراد المنتخبة للصفة الاولى وهكذا. ومن عيوب هذه الطريق في تحسين الصفات هو طول الوقت اللازم لتحسين عدة صفات وكذلك احتمال وجود قدر من الارتباط الوراثي السالب بين الصفات المراد تحسينها.

٢ – الاستبعاد بالمستويات المستقلة : Independent Culling levels

تبعا لهذه الطريقة يقوم المربي بتحديد مستوى معين (كحد قياسي ادنى) لكل صفة من الصفات المرغوب تحسينها ثم استبعاد الافراد التي لاتحقق تلك المستويات القياسية. تعد هذه الطريقة جيدة لسهولة العمل بها ولما تحققه من تقدم ملحوظ في النهوض بمعدل الصفات المنتخب لها.

٣ – دليل الانتخاب : Selection index

من البديهي انه كلما زاد عدد الصفات المراد الانتخاب لها في نفس الوقت كلما قل مدى التحسين الوراثي لكل صفة، وعندما يكون الانتخاب موجها لتحسين عدد n من الصفات التي تحمل نفس الاهمية والمستقلة عن بعضها فأن شدة الانتخاب تكون $\frac{1}{\sqrt{n}}$ مما لو تم الانتخاب لصفة واحدة. وعلى هذا الاساس تكون شدة الانتخاب النسبية في حالة تناقص بازدياد عدد الصفات المشمولة في برنامج الانتخاب وكما يأتي :

الصفة	شدة الانتخاب النسبية
١	١٠٠٪
٢	٧١٪
٣	٥٨٪
٤	٥٠٪
١٦	٢٥٪
n	$\frac{1}{\sqrt{n}}$

ويلاحظ من العلاقة المذكورة اعلاه ان الانتخاب لصفتين ينتج عنه مقدار من الاستجابة تعادل ٧١٪ في كل صفة كما لوكان الانتخاب قد وجه نحو صفة واحدة فقط. وعليه فأن الانتخاب لبعض الصفات غير ذات اهمية اقتصادية كبيرة من شأنه ان يقلل في التحسين الوراثي للصفات الاكثر اهمية. من المعلوم ايضا ان معظم الصفات الاقتصادية في حيوانات المزرعة لها علاقات فيما بينها اي انها غير مستقلة فعليه يجب التأكيد على الاهمية الاقتصادية لكل صفة وكذلك درجة توريثها الى النسل. وهذا ممكن تحقيقه في عمل دليل انتخابي للصفات المراد تحسينها للحصول على افضل مردود من برنامج الانتخاب لاكثر من صفة. وبهذا الخصوص فأن ابسط ادلة الانتخاب الممكن الاعتماد عليها في تقيم الافراد المنتخبة هو

I = b1 x trait 1+ b2 x trait 2+ .... + bi x trait i

I هو دليل الانتخاب

bi القيمة الاقتصادية للصفة x المكافيء الوراثي

Trait i سجل الصفة i على الفرد.

وبخصوص القيمة الاقتصادية للصفة i فيتم تحديها من قبل المربي آخذا بالاعتبار ماسوف تعادله تلك الصفة اقتصاديا بعد عدد معين من السنين.

ان من ميزات دليل الانتخاب هذا هو الحصول على افضل مردود اقتصادي في تحسين عدد من الصفات ذات الاهتمام. والمثال الآتي يوضح كيفية تنفيذ هذه الطريقة في الانتخاب لاكثر من صفة حيث البيانات الآتية لمعدل انتاج البيض خلال ٦ أشهر بعد النضج الجنسي ومعدل وزن البيضة لمجموعة مكونة من ١٠ اناث نيوهمشاير والمطلوب اختيار احسن ثلاث اناث للاحتفاظ بها لغرض التربية.

الصفة ذات الاهتمام	القيمة الاقتصادية دينار	المكافيء الوراثي للصفة
انتاج البيض	٠,٤٥	٠,٣
معدل وزن البيضة	٠,٣٠	٠,٤

وان سجلات الافراد الانتاجية هي :

رقم الدجاجة	معدل الانتاج	معدل وزن البيضة	الدليل
١	١٢٠	٥٢,٦	٢٢,٥١
٢	١٢٧	٥٤,٤	٢٣,٦٧
٣	١٣٧	٥٠,٢	٢٤,٥٢
٤	٩٣	٥٧,٤	١٩,٤٤
٥	١٢٣	٦٢,٢	٢٠,٠٧
٦	١١٣	٥٤,٠	٢١,٧٤
٧	١١٧	٥٩,٨	٢٢,٩٧
٨	١٢٠	٤٧,٨	٢١,٩٤
٩	١٠٣	٥٣,٨	٢٠,٣٦
١٠	١٤٧	٥٦,٢	٢٦,٥٩
المعدل العام	١٢٠	٥٤,٨	٢٢,٧٨

تم تقدير الدليل الانتخابي لكل دجاجة بعد حساب قيمة b_1 الخاصة بالصفة الاولى والتي تساوي ٠,١٣٥ وقيمة b_2 الخاصة بالصفة الثانية والتي تساوي ٠,١٢٠ وكالاتي :

I_1 = ٠,١٣٥ × ١٢٠ + ٠,١٢٠ × ٥٢,٦ = ٢٢,٥١

I_2 = ٠,١٣٥ × ١٢٧ + ٠,١٢٠ × ٥٤,٤ = ٢٣,٦٧

I_{10} = ٠,١٣٥ × ١٤٧ + ٠,١٢٠ × ٥٦,٢ = ٢٦,٥٩

وعليه فأن احسن ثلاث اناث هي الانثى رقم ١٠ ويليها رقم ٣ ثم رقم ٥ .

الانتخاب للصفات المرتبطة : Selection for correlated traits

في اغلب الحالات يكون هنالك قدر من الارتباط الوراثي بين الصفات الانتاجية وبمختلف الاتجاهات ، وعليه فأن الانتخاب لصفة معينة ولتكن X يصاحبه تغير ملحوظ في الصفة المرتبطة ولتكن Y بقيمة تعتمد على نوع وقيمة الارتباط بين الصفتين. ولو رمزنا لمدى التغير في الصفة الثانية Y كنتيجة لانتخاب الصفة الرئيسية X بالرمز CR_y Correlated response فأن مقدار ذلك التغير هو:

$$CR_y = ih_x\, h_y\, rG_xG_y\, \sigma_{PY}$$

حيث ان :

i = شدة الانتخاب للصفة الرئيسة X

hx = الجذر التربيعي للمكافيء الوراثي للصفة X

hy = الجذر التربيعي للمكافيء الوراثي للصفة y

rG x Gy = معامل الارتباط الوراثي بين الصفتين

σ py = الانحراف القياسي للصفة y

والمثال الآتي يوضح كيفية ايجاد التغير المصاحب للصفات المرتبطة .

نفترض ان معامل الارتباط الوراثي بين صفة الوزن الجاف لصفار البيض X في الدجاج المحلي ونسبة الكوليسترول y ملغم/غم كان يساوي ٠,٤ وان المكافيء الوراثي للصفتين هو ٠,١٢ و ٠,٠٨ على التوالي وكانت قيم التباين الكلي للصفة X والصفة y هي ٤,٦٢ و ٢,٧٣ على التوالي وتم الانتخاب لصفة وزن الصفار الجاف بفارق انتخابي قدره ٥ غم . والمطلوب معرفة التغير المصاحب في نسبة الكوليسترول .

شدة الانتخاب i = $\frac{٥}{٤,٦٢}$ = ٢,٣٣

للصفة ×

$h_x = \sqrt{٠,١٢} = ٠,٣٥$

$h_y = \sqrt{٠,٠٨} = ٠,٢٨$

$r_{G\,x} = ٠,٤$

$\sigma_p^2 = \sqrt{٢.٧٣} = ١,٦٥$

وعليه مقدار التغير المصاحب في نسبة الكوليسترول كنتيجة للانتخاب لصفة وزن الصفار هو:

CRy = ٢,٣٣ × ٠,٣٥ × ٠,٢٨ × ٠,٤ × ١,٦٥ = ٠,١٥

أي ان متوسط نسبة الكوليسترول سوف تزداد بمقدار ٠,١٥ ملغم/غم كنتيجة لانتخاب افراد يفوق فيها معدل وزن الصفار ٥ غم عن معدل الوزن في القطيع .

ثانياً : انظمة التزاوج Mating Systems

إن المرحلة الثانية في عملية تحسين الصفات وراثيا هي اتباع نظام معين لتزاوج الافراد المنتخبة . وكما هو معلوم إن زيادة درجة القرابة بين الافراد تزيد من احتمال التشابه فيما بينهم ، وعليه فأن درجة التشابه بين الافراد تخضع لاشتراك تلك الافراد في النسب Pedigree وعلى هذا الاساس يكون هنالك نظامان رئيسيان لتزاوج الافراد المنتخبة وان لكل نظام تأثيراً معيناً على تحسين الصفات ذات الاهتمام وهذه الانظمة هي :

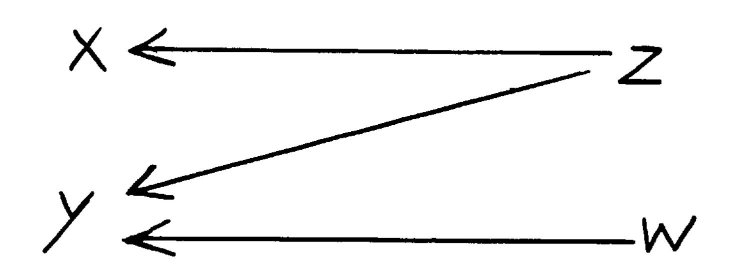
١ – تزاوج الاقارب : Mating of Relatives

في هذا المجال لابد من التطرق الى مفهوم القرابة Relationship من الناحية الوراثية . تعبر درجة القرابة بين أي فردين عن درجة التشابه بين التراكيب الوراثية لتلك الافراد والتي ينتج عنها قدر من التشابه في الشكل والاداء كنتيجة لاشتراكهما في احد الآباء او اكثر. وفي حيوانات المزرعة ومنها الدواجن يقصد بتزاوج الافراد القريبة هو تزاوج الافراد الذين درجة القرابة بينهما اعلى من معدل درجة القرابة بين افراد القطيع . وهذا يشمل (من الناحية العملية) الافراد المنتمين الى نسب معين لغاية اربعة اجيال في مخطط النسب . وتقاس درجة القرابة او معامل القرابة Coefficient of Relationship بين فردين على اساس احتمال اشتراكهما في عدد معين من الجينات بسبب انحدارهم من نسب معين Common Ancestor . وطبقا لذلك ، فان الافراد الذين تكون الصلة بينهما لاتساوي معدل الصلة في القطيع تكون درجة القرابة بينهم تساوي صفرا ، في حين ان الفردين الذين يحملان نفس التراكيب الوراثية تكون درجة القرابة بينهم تساوي واحد او ١٠٠٪ كما هو الحال في التوائم المتشابهة .

ومن الناحية الحسابية ، تقدر درجة القرابة بين اي فردين بمعرفة عدد الاجيال التي تؤدي بهم الى المشاركة بأقصى نسب Common Ancestors .

إن اقرب علاقة بين فردين هي المتمثلة بين احد الاباء ونسله وقيمتها ٠,٥ حيث من الناحية البايولوجية تعبر عن احتمال احتواء ذلك النسل على نسبة جينات ابية او امية. من ناحية اخرى فأن معامل القرابة بين الاخوة او الاخوات الانصاف اشقة *half – Sibs*

تساوي ٠,٢٥ . ولتوضيح كيفية حساب هذه القيم نفترض ان الاخوة X وY مشتركان في الاب Z وكما في المخطط التالي :

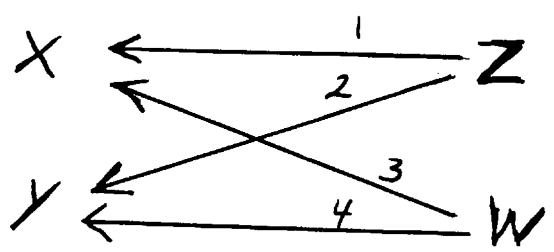


إن العلاقة بين الفردين X وY تشير الى احتمال ان كلا منهما يحمل نصف جينات الاب المشترك Z ، وعندما تكون الاحتمالات مستقلة عن بعضها تكون العلاقة بينهما تساوي $\frac{١}{٢} \times \frac{١}{٢} = \frac{١}{٤}$

وفي حالة الأنساب الأكثر تعقيداً يفضل حساب معامل القرابة بطريقة اكثر تنظيماً كما هو متبع في اغلب المراجع . ويتم ذلك بحساب عدد الاجيال بين الآباء المشتركة والافراد ذوي العلاقة حيث يعبر كل سهم عن جيل واحد وقيمته تساوي نصف لان عملية التوريث هي عملية مناصفة للتراكيب الوراثية بين الاب او الام والنسل المباشر. ويطبق القانون الآتي لحساب معامل القرابة بين فردين وليكونا x وy وفي حالة غياب التربية الداخلية (التي سيأتي ذكرها) .

$$R_{XY} = \Sigma \left(\frac{1}{2} \right)^n$$

حيث n تمثل عد الاجيال او الاسهم ضمن مخطط النسب. وعلى هذا الاساس يكون معامل القرابة بين الفردين X وY في مخطط النسب الآتي الذي يمثل العلاقة بين الاخوة الاشقة full – sibs .

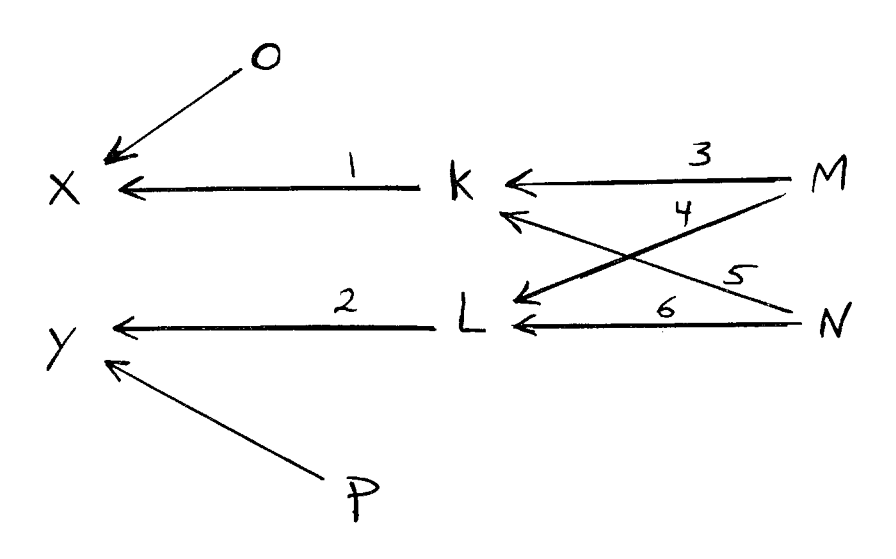


نعين الاباء المشتركة وهما في هذه الحالة كلا من Z و W ثم عدد الاجيال n وطريقة حسابها paths وكما يلي :

الاباء المشتركة	n	عن طريق	مقدار المساهمة
Z	2	1,2	$\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$
W	2	3,4	$\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$
المجموع			$R_{XY} = \frac{1}{2}$

وهذا معناه ان حوالي ٥٠٪ من جينات الفردين X و Y هي اكثر تشابها عن معدل التشابه في جينات القطيع الكلي.

وبنفس الطريقة يمكننا ان نحدد درجة القرابة لافراد منحدرين من انساب اكبر حجما كما في المخطط الآتي : والمراد منه تحديد R x y



ان الآباء المشتركة للفردين X،Y هما الاجداد M و N

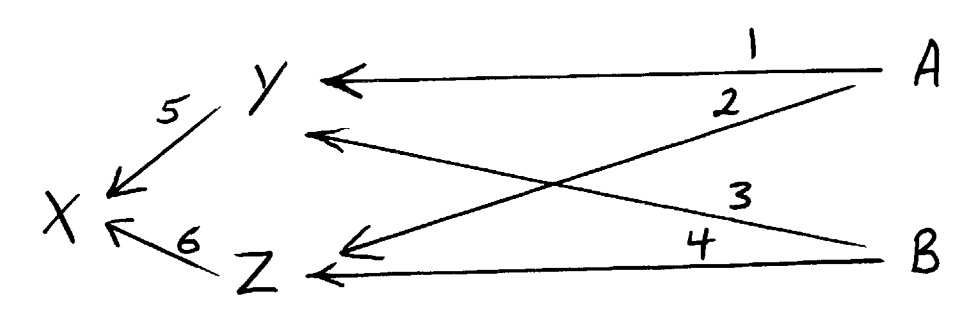
الآباء المشتركة	n	عن طريق	مقدار المساهمة
M	4	1,3,4,2	$\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$
N	4	1,5,6,2	$\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$
المجموع			$R_{XY} = \frac{1}{8}$

التربية الداخلية : Inbreeding

يقصد بالتربية الداخلية تزاوج افراد معامل القرابة بينهم اكبر من متوسطها في القطيع . وتقاس شدة التربية الداخلية بمعامل يسمى معامل التربية الداخلية Coefficinent of Inbreeding, F والذي يعبر عن درجة ارتباط الكميات المتحدة لانتاج البيضة المخصبة وكذلك عن درجة تماثل تلك الكميات كنتيجة لصلة القرابة بينها . ان اعلى قيمة لمعامل التربية الداخلية يمكن الوصول اليها كنتيجة لتربية الاقارب هي في حالة التزاوج الذاتي كما في النباتات وفي حالة تزاوج الاخوة والاخوات الاشقة full – sibs كما في الحيوانات .

ان التربية الداخلية تؤدي الى ان يميل النسل الناتج لان يكون اكثر تجانسا بتراكيبه الوراثية وذلك لما للتربية الداخلية من اثر على التراكيب الوراثية الخليطة ، وهذا هو السبب في تغير التركيب الوراثي والشكل المظهري للافراد المنتجين من تزاوج الاقارب . ومما تقدم يمكن الاستنتاج بان معامل التربية الداخلية يعبر عن النسبة المئوية للجينات التي كانت في الحالة الخليطة Hetrozypous في بداية التربية والتي اصبحت متماثلة Homozygous كنتيجة للتربية الداخلية . من ناحية اخرى ؛ ان اثر التربية الداخلية على جزء الجينات التي تصبح في الحالة النقية السائدة او المتنحية يعتمد على تكرار الجين وبوساطة المصادفة تتحدد المواقع الجينية Loci بتأثيرها بالتربية الداخلية . وعلى سبيل المثال لو ان فردين من نفس السلالة يحملان نفس قيمة معامل التربية الداخلية فليس من الضروري ان يكونا حاملين لتراكيب وراثية متماثلة لنفس المواقع الجينية .

لحساب معامل التربية الداخلية ينظم مخطط النسب للفرد الذي يراد معرفة معامل تربيته الداخلية F ، وان المعامل = نصف علاقة آباء الفرد المعني اي أن $F = \frac{1}{2} Rcp$ في حالة غياب التربية الداخلية لتلك الآباء حيث أن Rcp هي درجة القرابة للآباء المشتركة ولنفرض ان المطلوب تقدير قيمة FX من مخطط النسب الآتي :



يلاحظ من المخطط اعلاه عدم وجود علاقة بين آباء Y و Z والذين منهم يتم حساب FX تحسب العلاقة او درجة القرابة بين الآباء Yz كما سبق RYZ .

الآباء المشتركة	n	عن طريق	مقدار المساهمة
A	2	1, 2	$\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$
B	2	3, 4	$\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$
المجموع			$R_{YZ} = \frac{1}{2}$

$$F_X = \frac{1}{2} R_{YZ} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

وهذا يعني انه كنتيجة للتربية الداخلية فان حوالي ٢٥٪ من مجموعة الجينات الخليطة التراكيب الوراثية اصبحت بحالة نقية في الفرد X ومناصفة بين الحالة النقية السائدة (١٢,٥٪) والحالة النقية المتنحية (١٢,٥٪) مقارنة مع الفرد غير المربى تربية داخلية اي الناتج من التزاوج العشوائي .

في حالات اخرى فان الفرد المربى داخليا ينحدر من آباء كانت تربيتهم تربية داخلية وعليه يجب تصحيح معامل القرابة تبعا لذلك وهذا يتم بوساطة القانون الآتي وبافتراض العلاقة بين الفردين X و Y

$$R_{XY} = \frac{\Sigma\left[\left(\frac{1}{2}\right)^2 (1 + Fcp)\right]}{\sqrt{1 + F_X} \; \sqrt{1 + F_Y}}$$

حيث ان Fcp تعبر عن معامل التربية الداخلية للاباء المشتركة Common parents

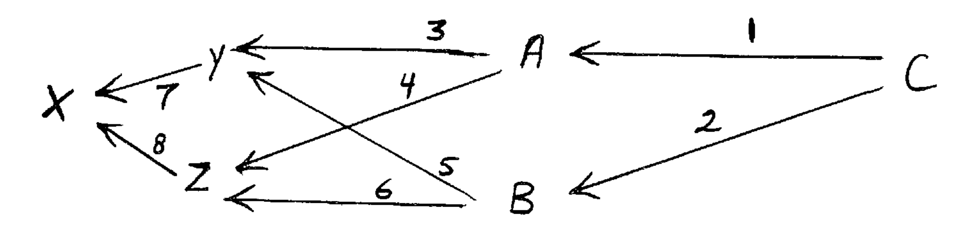
FX تساوي معامل التربية الداخلية للفرد X

FY تساوي معامل التربية الداخلية للفرد Y

وان معامل التربية الداخلية لاي فرد منحدر من آباء كانت تربيتهم داخلياً يساوي نصف التغاير بين الابوين وهذا يقدر بنصف بسط معامل القرابة بين ابويه . اي ان

$$F_X = \frac{1}{2}\left[\Sigma\left(\frac{1}{2}\right)^n (1 + Fcp)\right]$$

ولغرض توضيح كيفية حساب معامل القرابة لفردين من آباء بينهم تربية داخلية وكيفية حساب معامل التربية الداخلية لفرد ما ضمن ذلك النسب نفترض العائلة الآتية :



والمطلوب حساب Ryz و Fx

من قانون معامل القرابة بين فردين في حالة وجود تربية داخلية يجب حسابُ Fy و Fz اولاً .

$$F_Y = COV\ AB = \frac{1}{2} RAB = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{8}$$

$$F_Z = COV\ AB = \frac{1}{2} RAB = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{8}$$

من ناحية اخرى وللتأكد من معامل التربية الداخلية للاباء A و B فان :

$$FA = FE = 0.0$$

اذن يكون جدول تقدير معامل القرابة للفردين Y Z كما يأتي :

الاباء المشتركة	n	عن طريق	مقدار المساهمة
C	4	3,1,2,6	$\left(\frac{1}{2}\right)^4 (1 + 0.0) = \frac{1}{16}$
C	4	5,2,1,4	$\left(\frac{1}{2}\right)^4 (1 + 0.0) = \frac{1}{16}$
A	2	3,4	$\left(\frac{1}{2}\right)^2 (1 + 0.0) = \frac{1}{4}$
B	2	5,6	$\left(\frac{1}{2}\right)^2 (1 + 0.0) = \frac{1}{4}$

$$R_{YZ} = \frac{5}{8}$$

$$F_X = \frac{1}{2} COV_{YZ} = \frac{1}{2} \Sigma \left(\frac{1}{2}\right)^n [(1 + Fcp)]$$

$$= \frac{1}{2} R_{YZ}$$

$$= \frac{1}{2} (5/8)$$

$$= 5/16$$

هنالك طريقة اخرى لتقدير معامل القرابة ومنها معامل التربية الداخلية بوساطة جدول خاص يمكن منه حساب التغاير والتباين بين افراد القطيع . وبهذا الخصوص يمكن الرجوع الى كتاب تربية الحيوان لمؤلفيه جلال وكرم (١٩٨٤).

من الناحية العملية وفي القطعان الكبيرة والمقفولة Closed flock يكون حساب معامل التربية الداخلية لكل فرد من افراد القطيع امراً صعباً جداً وكذلك صعوبة حساب معدل معامل التربية الداخلية تبعاً لنظام التربية المتبع من قبل المربي. وبناء على ذلك فقد قدر Wright 1931 كمية الفقد في التراكيب الوراثية الخليطة (القطعان المقفولة) لكل جيل بالقيمة.

$$\frac{1}{8M} + \frac{1}{8L}$$

حيث ان:

M تساوي عدد الذكور التي تصبح آباء الجيل القادم

L تساوي عدد الاناث التي تصبح امهات الجيل القادم

في الدواجن تكون قيمة الجزء $\frac{1}{8F}$ صغيرة جداً بسبب العدد الكبير للاناث المحتفظ بها وعليه فان هذه القيمة لاتعد ذات اهمية. ولكن يتم التركيز على عدد الذكور اي الجزء $\frac{1}{8L}$. فلو فرضنا ان في قطيع صغير جداً مكون من ٨ ذكور سنوياً تكون كمية الفقد في التراكيب الوراثية الخليطة لكل جيل مساوية للقيمة ١,٥٪

وهذا المقدار من معامل التربية الداخلية لانتوقع انه يسبب حاله تدهور كبيرة في ذلك القطيع على مدى عدة اجيال.

انواع التربية الداخلية : Types of inbreeding

يمكن تقسيم نظام التربية الداخلية الى عدة حالات وتبعاً لدرجة القرابة بين الافراد المتزاوجة والغرض من التربية. واهم هذه الحالات هي:

١ – التربية الداخلية القريبة Close breeding

في هذا النوع من التربية يتم التركيز على اعلى مايمكن من درجة القرابة بين الافراد المتزاوجة، كتزاوج الآباء وبناتهم او الاخوه والاخوات الاشقة full brothers full-sisters

٢- التربية الطرزية : Line breeding

في هذا النوع من التربية الداخلية يكون التزاوج مركزاً على فرد مرغوب للحفاظ على قدر من معامل القرابة بينه وبين بقية افراد القطيع ، مع مراعاة عدم المبالغة في السماح لارتفاع معامل التربية الداخلية . ان التربية الطرزية هي عملية شمولية للانتخاب وانظمة التزاوج في محاولة تقدم الصفة ذات الاهتمام واستغلال تفوق الفرد المتميز لاطول فترة عن طريق زيادة القرابة بينه وبين بقية افراد القطيع .

٣- التربية الداخلية والخلط incrossbreeding

في هذا النظام من التربية الخارجية يتم تكوين طرز او خطوط ناتجه من التربية الداخلية للتزاوج مع بعضها ثم يتم تقييم الاداء الانتاجي للخليط بين تلك الطرز المختلفة بعد حساب معامل التربية الداخلية في الخطوط المتزاوجة لمعرفة مستوى التربية الداخلية الذي عنده يمكن الحصول على احسن انتاج . وبهذا الخصوص فان قيم معاملات التربية الداخلية تعد من البيانات الخاصة بمشاريع او هيئات التربية والتحسين ، كما هو شائع في صناعة الدواجن .

مضار التربية الداخلية Disadvantages of inbreeding

لقد لوحظ عملياً بان التربية الداخلية تؤدي الى تدهور بعض الصفات الاقتصادية حيث دلت الدراسات البحثية في الدواجن على ان التربية الداخلية تؤدي الى انخفاض في معدل نمو الطائر وتدهور شديد في الصفات التناسلية وزيادة نسبة الهلاكات ، والسبب في ذلك يرجع الى ان التربية الداخلية تزيد من احتمال تثبيت الجينات المتنحية غير المرغوبة في بعض الافراد والتي كانت مخفية الاثر مع الجينات السائدة .

استعمالات التربية الداخلية : the use of inbreeding

كما اشرنا سابقاً الى ان التربية الداخلية تعمل على زيادة تجانس مجاميع الافراد المرباة داخلياً مقارنة بتباين القطيع الاصلي . وبما ان تثبيت الجينات غير المرغوبة والجينات المرغوبة بين مختلف الافراد تحدث بطريقة عشوائية بحته وبدون تحيز ، لذلك تظهر كنتيجة لهذا

النظام من التزاوج بعض الافراد المتفوقة والتي يمكن الاحتفاظ بها في القطيع عن طريق زيادة القرابة نحوها كما في اتباع نظام التربية الطرزية.
كذلك يمكن الاستفادة من نظام التربية الداخلية في التزاوج في تكوين طرز متجانسة ثم خلطها للحصول على معدل انتاجي متفوق كنتيجة لظاهرة قوة الهجين.
اما بخصوص تأثير التربية الداخلية على التباين وتكرار الجين في القطيع وفي الطرز او العوائل المتكونة فيمكن تلخيصها بالجدول (١٢ – ٢) حيث تشير النتائج الى الزيادة+ او النقصان – .

جدول رقم (١٢ – ٢) : يوضح اثر التربية الداخلية على التباين وتكرار الجين.

	Hetrozyoosity	Performance	variance	Gene freg
population	–	–	+	none
within lines	–	–	–	change

٢ – تزاوج الاباعد : Mating of un- related

توصف الافراد بالاباعد على الذين صلة القرابة بينها تساوي اقل من متوسط درجة القرابة في القطيع ، اي انها عكس حالة الاقارب من الناحية الوراثية والعملية. وبخصوص تأثيرات التربية الخارجيةout breedingاو تربية الاباعد على بعض وكفاءة المعالم الوراثية في القطيع وكفاءة الاداء الانتاجي للنسل الناتج فهي عكس ما تؤديه التربية الداخلية تماماً حيث تزيد من نسبة التراكيب الوراثية الخليطة. لذلك فان التربية الخارجية اكثر استغلالاً للاستفادة من قوة الهجين في مشاريع التربية والتحسين وطبقاً لانظمة متعددة اهمها.

١ : الخلط الخارجي out crossing

هو تزاوج الافراد الاباعد والذين ينتمون اصلاً الى سلالة نقية واحدة وعادة مايصاحب الخلط الخارجي الانتخاب الفردي ، وعليه يكون هذا البرنامج من التربية مؤثراً في حالة الصفات ذات المكافيء الوراثي العالي كمعدل النمو في الدواجن.

٢ . خلط السلالات crossbreeding

يقصد به تزاوج افراد منحدرين من سلالات مختلفة ، حيث يتم تزاوج ذكور من سلالة معينة كالكورنش مثلا مع اناث من سلالة اخرى كالبليموث روك. وخلط السلالات يؤدي الى الاستفادة القصوى من ظاهرة قوة الهجين وكذلك الاستفادة من السلالات المتميزة وفق حالات عديدة اهمها :

آ- الخلط المتناوب criss crossing

وفيه يتم تزاوج اناث من سلالة معينة ولتكن B مع ذكور من سلالة اخرى ولتكن A ويتم بعدها انتخاب الاناث الخليطة المتفوقة للتزاوج رجعياً مع ذكور من السلالة B ثم من نتاج هذا التزاوج يتم انتخاب اناث متفوقة ايضاً للتزاوج مع ذكور من السلالة A... وهكذا.

ان الخلط الناتج من عملية الخلط المتناوب وبعد عدة اجيال يصبح حاملاً لحوالي ثلثي المادة الوراثية للسلالة A وثلث للسلالة AB.

ب- الخلط الدوري Rotational crossing

وفي هذا النظام يتم تزاوج ذكور من السلالة B مع اناث من السلالة A ليتبعها انتخاب الافراد الخليطة ليتم تزاوجها مع ذكور من سلالة اخرى ولتكن C. ثم تنتخب الاناث المتفوقة من النسل الجديد للتزاوج مع ذكور من السلالة A ومع ذكور من السلالة B والسلالة C وبشكل دوري. ان الفلسفة في ممارسة الخلط الدوري هو اتاحة اكبر فرصة لاستغلال اقصى مايمكن من قوة الهجين.

قوة الهجين Hybrid Vigor or Hetrosis

ان تزاوج الافراد المنحدرين من طرز مختلفة strains لنفس السلالة او افراد من سلالات مختلفة غالباً ماينتج عنه نسل ذو مستوى انتاجي يفوق عن معدل انتاجيه الآباء او قد يكون ذلك المستوى اعلى من مستوى احسن الآباء. وهذا ما يقصد به بقوة الهجين، والذي يقاس بمدى تفوق اداء النسل عن المعدل الانتاجي المتوقع للاباء. وبناء على ذلك فإن قوة الهجين يمكن ان تقدر من المعادلة التالية :

$$\text{قوة الهجين} = \frac{\text{الانتاج الفعلي للخليط} - \text{معدل الانتاج المتوقع}}{\text{المعدل المتوقع}} \times ١٠٠$$

ان التفسير الوراثي لظاهرة قوة الهجين ربما تعود الى ان بعض ازواج الجينات السائدة والموجودة بحالتها النقية على كروموسومات بعض الطرز او السلالات تكون اليلاتها المتنحية وبالحالة النقية متوفرة على كروموسومات سلالات او طرز اخرى وقد يكون العكس صحيحاً، وعند تزاوج هذه الطرز او السلالات المختلفة لانتاج النسل الخليط قد ينتج عنه حالة فوق السيادة لزوج ما من الجينات او حالة التفوق Epistasis لازواج الجينات غير الليله، وكما موضح في التزاوج الآتي :

الاباء المتزاوجة	AAbb CCddEE X aaBBccDDEE
	↓
النسل الهجين	Aa Bb Cc Dd EE

جـ – الانتخاب الدوري المتبادل Reciprocal Recunent Selection

يشمل هذا النظام من انظمة التربية الحديثة كلا من التزاوج والانتخاب لغرض الاستفادة القصوى من ظاهرة قوة الهجين. ويمارس الآن على نطاق تجاري واسع في اغلب دول العالم (كتقليد لما ابداه مربي نبات الذرة الهجين) لانتاج الهجين التجاري لدجاج اللحم ودجاج البيض. ان اصل فكرة الانتخاب الدوري المتبادل تكمن في تكوين عائلات او خطوط من عدة سلالات معروفة بكفائتها الانتاجية العالية للصفات ذات

الاهتمام وان هذه الخطوط ضمن كل سلالة يتحصل عليها من تربية الاقارب الشديدة Close Inbred lines وذلك بتزاوج الاخوة والاخوات الاشقة full-brother-sister matings لعدة أجيال قد تصل الى خمسة او ستة اجيال . خلال عملية التربية الداخلية هذه ، يحسب معامل التربية الداخلية في كل جيل ويتم انتخاب احسن الخطوط واستبعاد الرديئة منها . بعد الحصول على مجموعة من الخطوط المتجانسة ضمن كل سلالة يتم تزاوج ذكور من خط معين مع اناث من خط آخر وبالعكس وهذا مايسمى بالتزاوج العكسي Recipracal وانتخاب احسن خليط من احسن توليفه بين الخطوط Combinablity بناء على نتائج النسل الخليط وليس على سلالات الامهات والاباء ثم تحفظ تلك السلالات النقية لغرض استخدامها كاصول في مشروع انتاج الهجن . وتنتخب افضل الخطوط من حيث قابليتها على اعطاء افضل نسل ليتم التزاوج فيما بينها لاعطاء احسن الاجداد ومنها انتاج جيل آخر يسمى جيل الاباء والامهات والتي بدورها تعطي الهجين التجاري .

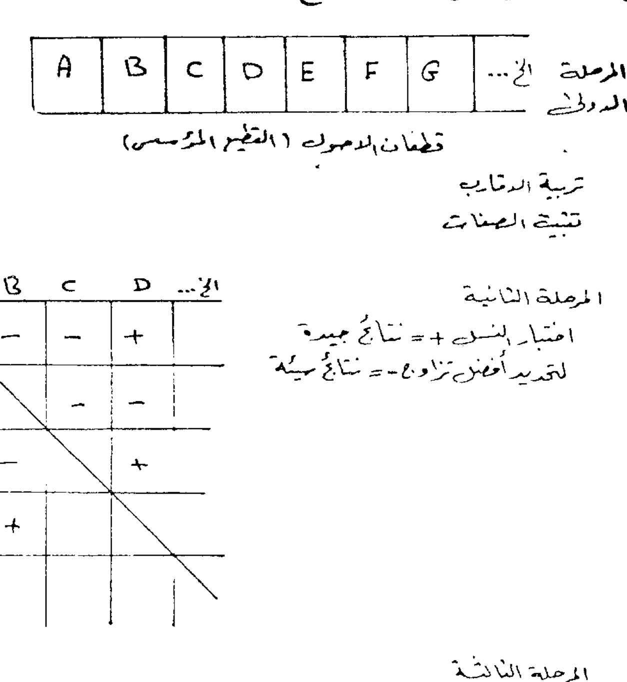
ان عملية انتاج الهجن التجارية في مشاريع دجاج اللحم او البيض عملية مكلفة جداً وتحتاج الى خبرات واسعة في مجال التربية والتحسين. وتختلف طرق انتاج تلك الهجن اعتماداً على امكانية المربين وطرق التربية . ان ابسط تلك الطرق لانتاج الهجين التجاري يمكن تلخيصها بالمخطط التالي:

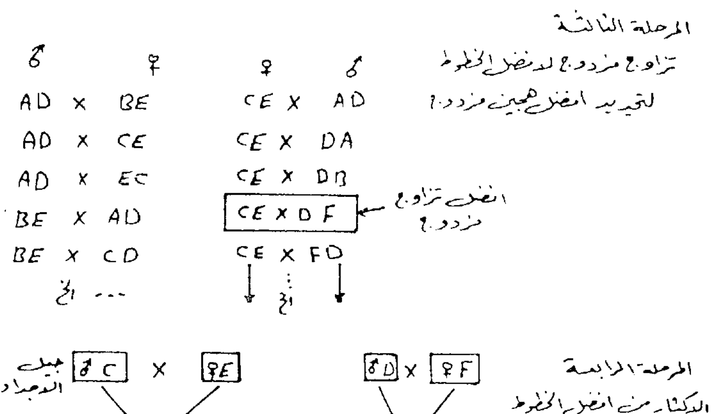
تزاوج خطوط او سلالات مختلفة

	D	C	B	A
	اشقة × شقيقات	اشقة × شقيقات	اشقة × شقيقات	اشقة × شقيقات
الجيل الاول	اشقة × شقيقات	اشقة × شقيقات	اشقة × شقيقات	اشقة × شقيقات
الجيل الثاني	اشقة × شقيقات	اشقة × شقيقات	اشقة × شقيقات	اشقة × شقيقات
الجيل ن	اشقة × شقيقات	اشقة × شقيقات	اشقة × شقيقات	اشقة × شقيقات

وهكذا ومن نتائج الاداء الانتاجي للصفات المنتخب لها في كل خط او سلالة وعند الجيل ن يتم الاحتفاظ بافراد العوائل المتميزة لتمثل الاصول والتي من كل منها يتم انتخاب جنس واحد ليمثل الاجداد ، وهذه بدورها وطبقاً لتوليفات معينة تنتج آباء وأمهات الدجاج الهجين التجاري .

هنالك انظمة اخرى تخضع ايضاً لمبادئ الانتخاب الدوري المتبادل ولكن بصورة اكبر حجماً من الطريقة السابقة ولاتمارس الا من قبل كبرى الشركات المختصة في تربية الدواجن لانتاج الهجن التجاري وتسويقها على نطاق واسع . والمخطط الآتي يبين خطوات العمل الرئيسية في مثل تلك المشاريع .





مخطط توضيحي لبرنامج التهجين بين السلالات المختلفة

٣- التزاوج المظهري :

وفيه يتم تزاوج الافراد على اساس تجانس او عدم تجانس الشكل المظهري للصفة وليس على اساس علاقة النسب . وهو على نوعين :

ا- التزاوج المظهري المتجانس : Somatic Assortive

حيث يتم تزاوج الافراد المتشابهة مع بعضها بالنسبة للصفة ذات الاهتمام وتقدركفاءة الاداء بناء على السجلات . في هذا النوع من التزاوج تكون النتيجة هو زيادة نسبة في مقدار التباين في العشيرة بسبب زيادة التراكيب الوراثية الخليطة .

ب- التزاوج المظهري غير المتجانس Somatic disassortive

تزاوج الافراد المتضادة بالنسبة للصفة ، ويعد هذا النوع من التزاوج عملية تصحيح لصفة ما حيث يتم انتخاب بعض الافراد المتفوقة في صفة معينة لتتزاوج مع افراد فقيرة الاداء لتلك الصفة ، فمثلا يتم انتخاب مجموعة من الديكة الممتازة جدا بدرجة التريش لتتزاوج مع مجموعة اناث الرديئة التريش لغرض الحصول على افراد بحالة وسطية او اكثر.

٤ - التزاوج العشوائي : Random mating

في التزاوج العشوائي تكون الافراد المتزاوجة حاملة لنفس الفرصة في عملية التزاوج اي ان كل ذكر له نفس الفرصة ليلقح اي انثى في المجموعة والعكس صحيح . ان هذا النوع من التزاوج لايتبع في خطط التربية والتحسين للحصول على اجيال متفوقة ولكن يمكن اتباعه في الدراسات البحثية كتقدير المعالم الوراثية للصفات من الافراد المنتخبة .

تمارين الفصل الثاني عشر

١٢ – ١ ماهي العوامل الرئيسية التي تؤثر على كفاءة الانتخاب وعن مدى تحسين الصفة المنتخبة.

١٢ – ٢ متى يستخدم كل من الانتخاب المظهري والانتخاب العائلي كوسيلة لتحسين بعض الصفات الاقتصادية في الدواجن.

١٢ – ٣ في حقل دواجن كلية الزراعة والغابات معدل انتاج البيض السنوي ١٨٠ بيضة. تم انتخاب ١٤٥ ديكا على اساس سجلات بناتهم العشرة الذين كان معدل انتاجهم السنوي ٢٨٠ بيضة وتم انتخاب ١٢٠٠ انثى الذين معدل انتاجهم ٢٤٠ بيضة في السنة. فاذا كان المكافيء الوراثي لصفة انتاج البيض يساوي ٠,٣ المطلوب معرفة :

١ . طرق الانتخاب التي مارسها المربي.

٢ . القيمة التربوية للافراد المنتخبة.

٣ . معدل انتاج الافراد الناتجة من تزاوج الآباء والامهات المنتخبة.

٤ . الفعل البايولوجي الذي أدى الى تفوق النسل الناتج عن معدل انتاج الآباء والامهات.

٥ . لماذا لايساوي معدل الاداء الانتاجي للنسل الناتج معدل انتاج الآباء والامهات المنتخبة.

١٢ – ٤ لغرض مفاضلة احسن ٥ ديكة نادرة عند احد هواة تربية دجاج العرض بخصوص الزيادة الوزنية من ADG والكفاءة التحويلية للغذاء FCR ثم وضع الدليل الانتخابي التالي من قبل احد المختصين.

$$I = 200 + 25\,ADG - 35\,FCR$$

فاذا كانت سجلات الديكة الخمسة :

Sire	ADG	FCR
1	35.6	1.7
2	38.4	2.0
3	40.1	1.8
4	39.6	1.9
5	32.7	2.3

فما هي ادلة الانتخاب لكل من الذكور الخمسة .

١٢ – ٥ عندما يصبح الانتخاب غير فعال في تحسين الصفة ذات الاهتمام ماهي الوسيلة البديلة لتحسين تلك الصفة وهل تنصح بانتظار طفرة وراثية لتحسين الصفة .

١٢ – ٦ ان للتربية الداخلية اهمية جادة في صناعة الدواجن ماهي تاثيراتها على تجانس القطيع الكلي وضمن الافراد التي لها صلة قرابة اكثر من غيرها في القطيع .

١٢ – ٧ من تزاوج بعض الافراد الذين لهم صلة قرابة كان معدل معامل التربية الداخلية يساوي ٠,١٨ ماذا يعني ذلك .

١٢ – ٨ إن وراثة صفة وزن الجسم تتأثر بسلسلة من ازواج الجينات وعوامل البيئة ولغرض التسهيل نفرض ان تلك الصفة يحكمها زوجا واحدا من الجينات وبالاداء الانتاجي التالي :

التركيب الوراثي	معدل وزن الجسم عند عمر ٨ أسابيع
DD	٢٤٢ غم
Dd	٢٢١ غم
dd	١٦٧ غم

المطلوب :

١. ماهو فعل الجين المرغوب

٢ . خلال فترة ٤ سنوات تم تكوين سلالتين متميزتين في الانتاج حيث بلغ معدل وزن الجسم في كل من السلالتين ٢٦٠ غم و ٢١٢ غم على التوالي ولو تم تزاوج افراد السلالتين مع بعضها هل تتوقع الحصول على افراد فيها ظاهرة قوة الهجين وضح ذلك .

١٢ – ٩ ماهو الفرق بين معامل القرابة ومعامل التربية الداخلية .

١٢ – ١٠ ماهي اهم طرق التزاوج التي يمكن بواسطتها الحصول على ظاهرة قوة الهجين .

المصادر العربية

ابراهيم ، اسماعيل خليل ، ١٩٨٣ . تربية دجاج اللحم وانتاجه . دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل – الجمهورية العراقية .

ابراهيم ، ابراهيم متي ، ١٩٨٣ . الاسس العلمية في رعاية وانتاج الطيور الداجنة دار الكتب للطباعة والنشر – جامعة الموصل – الجمهورية العراقية .

صلاح جلال وحسين كرم ، ١٩٨٤ . تربية الحيوان . دار المعارف ، القاهرة .

نجيب توفيق ، راضي خطاب وناهل محمد علي ، ١٩٧٩ ، مبادئ الانتاج الحيواني ، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل – الجمهورية العراقية .

المصادر الأجنبية

Brown, A.F. (1979). The Incubation Book. Spur publications, Saiga publishing Co. LTD. I Roual parade, Hinhead, Surrey.

Becker, A. Water (1975). Manual of Guantitative Genetics. 3 rd edition. Washington State university press, W.S.U, pullman, washington 99163.

Dickerson, G. E. (1969). Techniques for research in quantitative animal genetics. in Techniques and Procedures in Animal Production Research, Am. Soc. Anim. Prod. Publication.

Falconer, D.S. (1960). Introduction to Quantitative Genetics. Ronald press, New York.

Gardberm E.J. (1972). Principles of Genetics, John wiley and sons, Inc., New York.

Hutt, B.F. and Rasmusen, A.B. (1982). Animal Genetics, 2 nd edition John wiley and sons, Inc. U.S.A.

Hutt, B.F. (1949). Genetics of the fowl, MaGraw – Hill Book Company, Inc. U.S.A.

Jull, A.M. (1952). Poultry Breeding, 3 rd edition, John wiley and sons, Inc. New York.

Lasley, J.F. (1972). Genetics of livestock Improvement, 2 nd edition, prentice – Hall, Inc. Englewood cliffs, New Jersey.

Nukherjes. D.P. and Banerjee C.C. (1980). Genetics and Breeding of Farm Animal, Nohan primlani, oxford & IBH Publishing Co., 17 Park st., Calcutta 700016.

Marshall, A.J. (1960). Biology and Comparative phsiology of birds, Academic press, Inc., (London) LTD.

pirchiner, F. (1960). Population Genetics in Animal Breeding. W.H. Freeman & Co. San Francisco.

Sturkie, P.D. (1970). Avian Physiology, 3 rd edition, Springer Verlag New York Inc.

The American Poultry Association, Inc. (1966). Standard of Perfection. Jacob North printing Co., Inc. Lincoln, Nebraska.

Warren. D.C. (1953). Practical Poultry Breeding, 1he Macmillan Company, New York.

Warren, D.C. (1930 b). Crossbred Poultry. Kansas Agr. Expt. Sta., Bull. 252. U.S.A.

تم عمل الكتاب الالكتروني من قبل الضنكي
Drzydaldhanki@gmail.com

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ببغداد ١٤٨١ لسنة ١٩٩٠